

République Centrafricaine

Ministère des Eaux, Forêts, Chasses, Pêches, de l'Environnement et du Tourisme

***Projet d'Appui à la Réalisation
des plans d'Aménagement Forestiers***

**Mode de calcul des paramètres pour
l'élaboration des plans d'aménagement**

Document de travail – Version 1

par
Luc Durrieu de Madron
Ingénieur forestier – Consultant FRM



Groupement
CIRAD-Forêt / FORET RESSOURCES MANAGEMENT



Juin 2002

SOMMAIRE

Rappel du contexte	4
2. La forêt Centrafricaine	5
2.1. Phytogéographie du bloc Sud Ouest.....	6
2.2. Les districts forestiers	7
2.2.1. District forestier de la Mbaéré sur grès de Carnot – Bambio	7
2.2.2. District forestier de la Haute-Sangha	7
2.2.3. District forestier de la Basse Lobaye.....	8
2.2.4. District forestier de la Moyenne Sangha	8
2.3. Analyse comparative des formations végétales	8
3. Données écologiques sur les forêts denses tropicales d'Afrique et interprétation des structures observées en RCA.....	12
3.1. Données écologiques sur les forêts denses tropicales	12
Fonctionnement très simplifié de l'écosystème forestier	12
3.2. Les structures diamétriques des principales essences exploitées en RCA	14
Le type I	14
Le type II.....	15
Le type III.....	15
3.3. Comment gérer ces essences dans un aménagement durable ?	20
3.4. Rappel de la méthodologie des inventaires d'aménagement.....	21
3.4.1. Stratification forestière	21
3.4.2. L'inventaire d'aménagement	21
3.4.2.1. Méthodologie générale d'inventaire	21
3.4.2.2. Classes de qualité	21
3.4.2.3. Les relevés de la régénération	22
4. Détermination des DME et de la périodicité d'exploitation.....	23
4.1. Le diamètre efficace de fructification	25
4.2. Calcul de pourcentage de reconstitution à partir des structures diamétriques.....	27
4.2.1. Méthodologie générale.....	27
4.2.2. Que reconstituer ?	28
4.2.3. Essences prises en compte dans les calculs	29
Densité minimale par hectare pour calculer un pourcentage de reconstitution	29
Déclarer une essence inexploitable dans un PEA ?	30
4.2.4. Mode opératoire	30
4.2.5. Utilisation d'un coefficient de commercialisation dans le calcul des DME ?	36
4.2.6. Quels accroissements prendre en compte ?	37
4.2.7. Mortalité des arbres	39
4.2.8. Décréter un pourcentage de reconstitution seuil ?	40
Essai de reconstitution en volume	42
Utilisation d'un « bonus » ?	43
4.2.9. Faire une simulation sur une deuxième rotation ?	44
4.2.10. Utiliser un accroissement de la forêt post exploitation ?	47
4.2.11. Nombre maximum de tiges exploitables par hectare	48
4.2.12. Récapitulatif des bases de calcul de reconstitution	49
4.3. Viabilité économique de la remontée des DME.....	52

4.4. La régénération potentielle	54
4.5. Présence de porte graines en nombre suffisant	55
5. Calcul de la possibilité et définition des assiettes de coupe	57
BIBLIOGRAPHIE	59
ANNEXES	63
<i>Liste des essences forestières à inventorier</i>	64
<i>Accroissements diamétriques connus</i>	66
<i>DME « administratifs » en RCA</i>	69
<i>DME « administratifs » en RCA</i>	71

1. Rappel du contexte

Le présent document a pour objet l'élaboration des paramètres des plans d'aménagement qui seront réalisés dans le cadre du Projet d'Appui à la Réalisation des Plans d'Aménagement Forestier (PARPAF). Ces paramètres sont les calculs de la rotation, c'est à dire le temps séparant deux passages en coupe, et des DME¹ des différentes essences exploitées ou exploitables.

On se place délibérément après les phases d'inventaire d'aménagement, de stratification et de définition des différentes séries (protection, reboisement, agroforesterie...).

Le calcul des DME et de la rotation ne concerne que la série de production. Les aspects socio-économiques et faunistiques ne sont pas abordés ici.

Aménager une forêt de production nécessite notamment de déterminer la durée entre deux coupes de manière à permettre de nouvelles récoltes dans un laps de temps compatible avec une exploitation forestière rentable et durable tout en respectant les fonctions sociales et écologiques de la forêt. Cette rotation et ces DME doivent alors prendre en compte la croissance et la structure diamétrique des principales essences exploitées, mais aussi d'autres facteurs tels que le diamètre de fructification, l'effet de l'exploitation sur la régénération, la qualité des tiges par classe de diamètre et leur utilisation (export grume ou sciage, local) ainsi que le bilan économique induit par la remontée éventuelle du DME.

Dans cette optique, des inventaires systématiques de la ressource ligneuse sont réalisés et le traitement de ces données est la base de la détermination de la rotation et des DME.

Certains des critères cités plus haut (accroissements, diamètre de fructification, régénération après exploitation...) sont encore parfois basés sur des connaissances scientifiques insuffisantes mais des recherches sont en cours en RCA ou dans des pays voisins, promettant de nouveaux résultats utilisables sous peu pour certaines essences. De plus, des études ont été mises en place dans le cadre même du PARPAF. Il n'en reste pas moins que certaines données manqueront toujours et que les méthodes d'aménagement proposées dans ce document resteront perfectibles.

¹ DME = Diamètre minimum d'exploitabilité

2. La forêt Centrafricaine

D'après la description faite dans les documents du PARN, s'inspirant elle même largement de Boulvert (1986), la Centrafrique se situe à la limite nord-est de la forêt équatoriale africaine. La forêt dense productive est représentée par deux massifs forestiers importants : le massif forestier du sud-ouest centrafricain et le massif de Bangassou. La superficie estimée de ces forêts est de 53 000 km², couvrant 9 % du territoire centrafricain. Cela représente 3,9 % de l'ensemble de la forêt équatoriale africaine. La Centrafrique se situe ainsi au cinquième rang des pays situés en tout ou en partie en forêt équatoriale africaine devançant donc la Côte-d'Ivoire.

Le massif forestier du sud-ouest, d'une superficie estimée à 37 500 km², est délimité à l'est par le fleuve Oubangui, au sud par la frontière congolaise et à l'ouest par la frontière camerounaise jusqu'au 4° de latitude nord. Sa limite nord est très irrégulière ; à la faveur de la rivière Mambéré, elle remonte jusqu'à Carnot (5° N) puis, s'incurve graduellement vers le sud jusqu'au voisinage de la confluence de la Lobaye, de la Bodingué et de la Mbaéré. De ce point, elle remonte régulièrement pour rejoindre le fleuve à la hauteur de Bangui.

Des 300 essences recensées dans le massif forestier, à eux seuls, le Sapelli et l'Ayous constituent plus de 80 % du volume exploité (70 % des grumes exportées). Une quinzaine d'autres sont exploitées à raison de quelques dizaines ou centaines de tiges annuellement. L'exploitation de l'Aniégré a fortement progressé. Les grumes d'Aniégré représentent 8,2 % des grumes exportées (Cf. tab. 1).

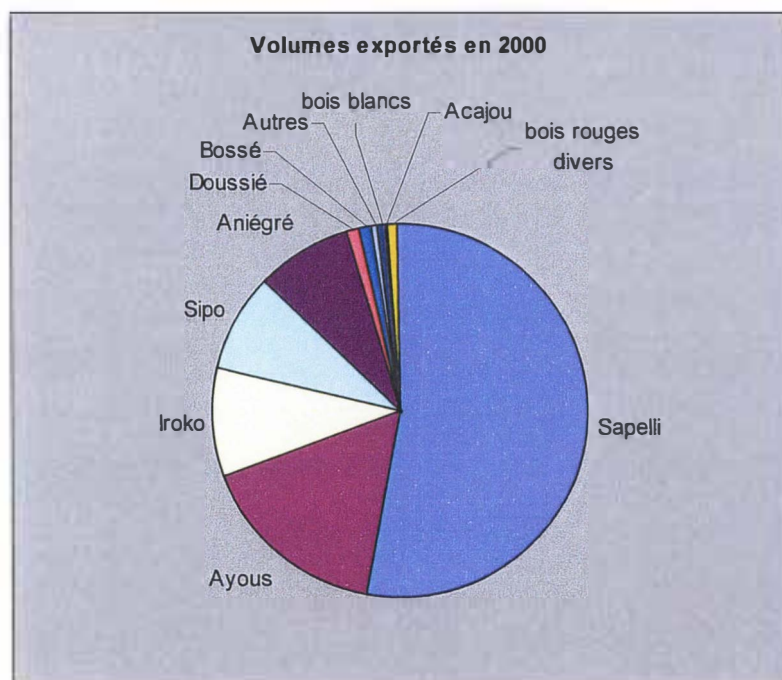


Tableau 1 : Exportation de grumes au port de Douala en provenance de RCA en 2000, volumes toutes qualités confondues

Essence	Volume (m ³)	Pourcentage
Acajou	678	0,36 %
Aniégré	15490	8,23 %
Autres	1245	0,66 %
Ayous	30406	16,15 %
Bété	155	0,08 %
Bossé	1733	0,92 %
Dibétou	236	0,13 %
Doussié	2422	1,29 %
Iroko	18032	9,58 %
Kossipo	167	0,09 %
Lati	40	0,02 %
Padouk	14	0,01 %
Sapelli	99645	52,91 %
Sipo	16175	8,59 %
Tiama	122	0,06 %
bois blancs divers	1105	0,59 %
bois rouges divers	647	0,34 %
Total	188312	100 %

2.1. Phytogéographie du bloc Sud Ouest

La forêt dense dans le massif forestier du sud-ouest de la Centrafrique suit approximativement la rivière Kadéï, entre Gamboula (4°05'N) et Sosso (3°50'N). Sur les grès de Carnot, la forêt est beaucoup mieux conservée. Elle monte jusqu'à 4°40'N et dépasse même 5°N le long de la Mambéré. Retrouvant le socle précambrien, elle redescend jusqu'à 4°05'N pour remonter jusqu'à la Pama, à 4°30'N, à proximité de Bangui.

À l'exception de l'appendice situé au nord de la ville de Carnot situé en domaine soudano-guinéen, le massif forestier appartient au domaine congo-guinéen. Sur la base des renseignements fournis par l'inventaire forestier de la Lobaye, Aubréville (1964) la décrivait comme une forêt semi-décidue à Ulmacées, Sterculiacées, Sapotacées et Méliacées.

Des arbres géants comme le Mukulungu (*Autranella congolensis*), le Manilkara (*Manilkara bidentata*), les *Entandrophragma* (Tiama, Kossipo, Sapelli, Sipo) seraient les témoins d'une ancienne forêt primaire alors que les essences comme l'Essessang (*Ricinodendron heudelotii*) ou l'Iloba (*Pycnanthus angolensis*) indiqueraient sa secondarisation.

Cette secondarisation serait ancienne; c'est du moins ce que semblent indiquer des essences comme l'Ayous (*Triplochiton scleroxylon*) et le Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) dont l'abondance, élevée dans les strates dominantes, diminue dans les étages inférieurs.

Quatre districts forestiers ont été reconnus à travers le massif du sud-ouest. Cette notion de "district forestier" réfère à un découpage de la végétation en fonction de différences majeures d'ordre biophysique et, en l'occurrence, de la pédologie et de la géomorphologie.

2.2. Les districts forestiers

Les districts distinguent les grands types de forêt dense selon leur composition floristique dominante.

2.2.1. District forestier de la Mbaéré sur grès de Carnot – Bambio

Ce district forestier est le plus vaste de la zone inventoriée ; il couvre une superficie de 1 686 232 ha, soit 44 % de l'ensemble du territoire concerné. Il est occupé par une forêt primaire très peu secondarisée ayant été délaissée par les populations en raison principalement de la rareté de l'eau.

Ces forêts se particularisent par l'absence de l'Ayous (*Triplochiton scleroxylon*) et l'abondance du Tchitola (*Oxytigma oxyphyllum*), de l'Essia (*Petersianthus macrocarpus*), du Dibétou (*Lovoa trichilioides*), du Bété (*Mansonia altissima*), de l'Aniégré (*Aningeria robusta* / *A. altissima*) et du Mukulungu (*Autranella congolensis*).

La composition de cette forêt se nuance selon les secteurs géographiques considérés. C'est ainsi que des essences abondantes au centre du plateau deviennent rares en lisière ; c'est le cas du Tchitola. À l'inverse, des essences présentes au centre voient leur importance croître sur la lisière ; c'est le cas du Fraké (*Terminalia superba*), de l'Essia, du Kossipo (*Entandrophragma candollei*), du Dibétou et du Dabéma (*Piptadeniastrum africanum*).

2.2.2. District forestier de la Haute-Sangha

Ce district s'étend sur une superficie de 802 804 ha, soit 21 % du territoire inventorié. Au contraire des forêts du district précédent, celles appartenant au district forestier de la Haute-Sangha apparaissent « remaniées, secondarisées et ceci profondément vers l'intérieur comme en témoignent l'abondance de Mépépé (*Albizzia sp.*), d'Essessang (*Ricinodendron heudelotii*), de Fromager (*Ceiba pentandra*) et d'Emien (*Alstonia boonei*) ».

Les essences commerciales les mieux représentées sont : l'Ayous (*Triplochiton scleroxylon*) et le Fraké (*Terminalia superba*) et le Bété (*Mansonia altissima*).

2.2.3. District forestier de la Basse Lobaye

Ce district forestier couvre 845 443 ha comptant pour 23 % de la superficie totale de la zone inventoriée.

Ces forêts s'apparentent à celles du district forestier précédent bien qu'on note une fréquence plus élevée de Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) et une abondance moindre de Fraké (*Terminalia superba*).

2.2.4. District forestier de la Moyenne Sangha

Ce district a une superficie de 450 443 ha et occupe 12 % de la superficie du territoire. La forêt semi-caducifoliée forme une mosaïque avec la forêt sempervirente à Limbali (*Gilbertiodendron dewevrei*). Les forêts ripicoles se particularisent avec le Bubinga rouge (*Guibourtia demeusei*) et le Rikio de montagne (*Uapaca guineensis*).

2.3. Analyse comparative des formations végétales

Il existe de deux séries de végétation conduisant à la forêt primaire. La première se développe sur les sables de Carnot du Plateau de Gadzi alors que la seconde se rencontre ailleurs sur le territoire inventorié.

Trois faciès ont été définis et délimités sans que soit mentionnée leur appartenance à l'une ou l'autre des séries de végétation.

La forêt semi-caducifoliée primaire couvre une superficie de 2 055 926 ha soit 54,3 % de l'ensemble du massif forestier.

Le faciès typique (DHC) est le plus important des trois faciès formant cette forêt semi caducifoliée et occupe 1 091 201 ha, soit 28,8 % du territoire (Cf. tab. 2a). Bien que leur appartenance à l'une ou l'autre des séries de végétation ne soit pas spécifiée sur la carte forestière, la composition des divers faciès se nuance en fonction de cette appartenance.

Ce faciès typique est présent partout sur le territoire, mais plus faiblement dans les unités d'aménagement V, VI et VII². Dans le cas des unités d'aménagement "Les Basses Terres de la

² Sept unités biophysiques relativement homogènes, appelées unités d'aménagement, ont été délimitées et décrites par le PARN. Elles intègrent dans leur définition une dimension biophysique non étrangère à la notion de "district forestier" tel que défini et délimité par Boulvert (1986). Ainsi, on peut établir les équivalences suivantes :

Unités d'aménagement	District forestier
I	Haute Sangha
II IV V	Mbaéré sur grès de Carnot
III	Moyenne Sangha
VI VII	Basse Lobaye

Lobaye" (UA-VII) et du "Plateau de Boukoko" (UA-VI) cette représentation est respectivement de 6 et de 2 %. Cette faible représentation est imputable aux interventions combinées de l'exploitation forestière et de l'agriculture. Quant à l'unité du "Bassin versant de la Mbaéré" (UA-V) elle est plutôt liée à l'occurrence des chablis et à la coupe forestière.

Le tableau 2b contient les éléments de l'analyse comparative amorcée à partir de l'importance relative des principales essences telle que révélée à travers les tiges des essences dont les tiges ont plus de 30 cm de diamètre et ont une surface terrière supérieure 25 m²/km².

Tableau 2a : Répartition des superficies des différents terrains par strate (en km²) d'après le PARN

MASSIF FORESTIER DU SUD-OUEST CENTRAFRICAIN											
		DOMAINE FORESTIER				DOMAINE NON-FORESTIER					TOTAL
		ACCESSIBLE	INACCESSIBLE		TOTAL	COULOIR ROUTIER	PARC ET RESERVE	CULTURE	AUTRES	TOTAL	
			DRAINAGE	PENTE							
TERRAIN FORESTIER											
PRODUCTIF (forêt dense)											
Forêt primaire											
semi-caducifolié											
typique DHC 3 607 - - 3 607 28 - - 28 3 635											
perturbée DHP 468 - - 468 0 - - 0 468											
jeune DHJ 308 - - 308 0 - - 0 308											
sempervirente											
peuplement de limbali DHS - - - - - - -											
marécageuse FM 393 393 393 11 - - 11 405											
Forêt secondaire											
adulte SA 1 437 - - 1 437 154 - - 154 1 592											
jeune SJ 384 - - 384 58 - - 58 442											
ORIGINE											
Forêt en régénération RF - - - - - - -											
TOTAL PRODUCTIF		6 294	393	393	6 597	252	-	-	-	252	6 850
IMPRODUCTIF (forêt claire)											
Savane herbeuse SH 41 - - 41 10 - - 10 51											
Savane arborée SB 116 - - 116 28 - - 28 144											
Dénudé sec DS 11 - - 11 2 - - 2 13											
Raphiale R 84 84 84 1 - - 85											
Dénudé humide DH 3 3 3 - - - 3											
TOTAL IMPRODUCTIF		167	87	87	255	42	-	-	-	42	296
TOTAL TERRAIN FORESTIER		6 372	480	480	6 852	294	-	-	-	294	7 146

TERRAIN MIXTE											
Forêt secondaire adulte et culture SA-CU - - 15 - 30 45 45											
Forêt secondaire jeune et culture SJ-CU - - 43 - 40 84 84											
Culture et forêt secondaire adulte CU-SA - - 3 - 2 5 5											
Culture et forêt secondaire jeune CU-SJ - - 20 - 27 47 47											
TOTAL TERRAIN MIXTE		-	-	-	-	-	-	100	-	181	181

TERRAIN NON-FORESTIER											
Culture											
Complexe cultural CC - - 38 - 38 75 75											
Culture abandonnée CA - - 11 - 6 17 17											
Culture-friche CU-FR - - 7 - 0 7 7											
Friche-culture FR-CU - - 3 - 1 4 4											
Friche FR - - 3 - 34 37 37											
Plantation PL - - - - - -											
Autres											
Eau EA - - 4 - 37 41 41											
Ville VI - - 3 - 0 4 4											
Village LO - - - - - -											
TOTAL TERRAIN NON-FORESTIER		-	-	-	-	68	-	79	38	185	185

Tableau 2b : Volume des tiges de diamètre exploitable (m^3/km^2), toutes qualités confondues et précision des résultats (données du PARN)

Essence	UA-I		UA-II		UA-III		UA-IV		UA-V		UA-VI		UA-VII	
Acajou à grandes folioles	4 ±	133%			10 ±	89%							6 ±	114%
Acajou blanc	8 ±	79%	4 ±	99%	12 ±	78%			3 ±	114%	47 ±	72%	3 ±	146%
Azobé	26 ±	65%	15 ±	50%	24 ±	44%	36 ±	49%	33 ±	40%	32 ±	70%	26 ±	56%
Bété	330 ±	10%	93 ±	24%			2 ±	196%	7 ±	79%			6 ±	93%
Bossé clair	15 ±	82%	10 ±	68%	10 ±	75%	6 ±	77%	8 ±	60%	11 ±	107%	1 ±	142%
Bossé foncé	7 ±	67%			20 ±	49%	1 ±	196%	2 ±	145%	1 ±	196%	2 ±	150%
Bubinga rouge					1 ±	148%					8 ±	158%	238 ±	30%
Dibétou	17 ±	85%	86 ±	32%	10 ±	77%	33 ±	55%	61 ±	36%	23 ±	87%	22 ±	54%
Doussié					2 ±	16%	7 ±	93%	3 ±	146%			12 ±	64%
Doussié rouge	6 ±	64%	14 ±	95%	1 ±	16%	0		2 ±	117%	3 ±	196%	21 ±	62%
Ebène	14 ±	32%	21 ±	33%	21 ±	25%	9 ±	27%	10 ±	45%	56 ±	29%	18 ±	32%
Iroko	88 ±	30%	82 ±	36%	13 ±	99%	3 ±	98%	11 ±	56%	47 ±	55%	128 ±	24%
Kosipo	36 ±	46%	91 ±	38%	64 ±	44%	82 ±	35%	72 ±	39%	50 ±	70%	14 ±	71%
Kotibé	12 ±	36%	8 ±	56%	11 ±	45%	9 ±	54%	2 ±	101%	15 ±	147%	15 ±	56%
Kotibé parallèle	10 ±	54%	5 ±	68%	13 ±	55%	8 ±	50%	7 ±	69%	7 ±	110%	0	
Mukulungu	6 ±	152%	272 ±	28%	41 ±	75%	194 ±	29%	205 ±	26%	139 ±	58%	25 ±	78%
Padouk blanc	1 ±	166%							1 ±	196%				
Padouk rouge	158 ±	14%	188 ±	17%	144 ±	26%	99 ±	30%	101 ±	21%	57 ±	57%	96 ±	20%
Sapelli	301 ±	16%	600 ±	15%	378 ±	6%	435 ±	16%	378 ±	18%	247 ±	31%	113 ±	33%
Sipo	24 ±	66%	43 ±	58%	33 ±	58%	36 ±	64%	33 ±	68%	27 ±	125%	13 ±	125%
Tali	66 ±	23%	14 ±	58%	68 ±	34%	57 ±	35%	37 ±	37%	25 ±	78%	59 ±	34%
Tali yaoundé	31 ±	33%	10 ±	74%	17 ±	54%	23 ±	53%	22 ±	61%	17 ±	92%	5 ±	161%
Tchitola	53 ±	36%	50 ±	43%	67 ±	38%	282 ±	18%	88 ±	28%	5 ±	196%		
Tiama	12 ±	58%	46 ±	41%	17 ±	57%	72 ±	35%	43 ±	37%	54 ±	65%	32 ±	50%
Tola					3 ±	127%	11 ±	63%	2 ±	154%			1 ±	196%
Wangé									0				1 ±	143%
Lalawe									1 ±	196%				
Catégorie 1	1223 ±	6%	1666 ±	9%	979 ±	11%	1405 ±	9%	1134 ±	10%	871 ±	17%	856 ±	12%
Aiélé	14 ±	62%	37 ±	45%	8 ±	72%	13 ±	57%	37 ±	38%	8 ±	121%	36 ±	52%
Angueuk	37 ±	25%	68 ±	22%	42 ±	32%	96 ±	11%	75 ±	11%	36 ±	58%	19 ±	46%
Aningré	25 ±	42%	22 ±	43%	6 ±	87%	0		3 ±	161%	115 ±	34%	125 ±	20%
Avodiré	2 ±	112%	1 ±	169%										
Ayous	984 ±	14%	555 ±	16%	902 ±	22%	1 ±	196%	29 ±	44%	162 ±	20%	1729 ±	10%
Bakoko	8 ±	76%	5 ±	72%	4 ±	59%	9 ±	55%	3 ±	63%	6 ±	102%	20 ±	59%
Bodioa	31 ±	38%	22 ±	44%	27 ±	40%	53 ±	30%	26 ±	35%	40 ±	60%	22 ±	43%
Bongo	9 ±	54%	2 ±	94%	10 ±	54%	4 ±	63%	1 ±	103%	3 ±	116%	5 ±	71%
Dabéma	58 ±	27%	69 ±	34%	56 ±	39%	84 ±	36%	165 ±	25%	88 ±	57%	125 ±	30%
Ebiara	24 ±	66%	30 ±	101%	24 ±	93%	4 ±	66%	5 ±	124%	6 ±	149%	13 ±	87%
Etimolé	4 ±	88%	31 ±	50%	13 ±	55%	244 ±	11%	83 ±	29%			4 ±	101%
Eyong	69 ±	21%	76 ±	23%	37 ±	33%	19 ±	42%	24 ±	39%	58 ±	45%	107 ±	19%
Eyoum	7 ±	48%	8 ±	54%	14 ±	40%	24 ±	42%	8 ±	53%	3 ±	117%	1 ±	144%
Fraké	1038 ±	8%	659 ±	11%	427 ±	17%	40 ±	36%	101 ±	26%	315 ±	25%	759 ±	12%
Kékélé	60 ±	24%	24 ±	39%	13 ±	66%	1 ±	123%	5 ±	68%	20 ±	66%	14 ±	66%
Kibakoko	0				6 ±	143%	5 ±	148%						
Koto	100 ±	19%	56 ±	32%	55 ±	42%	2 ±	127%	4 ±	109%	36 ±	62%	67 ±	27%
Limbaï	1 ±	140%			743 ±	33%								
Longhi	18 ±	43%	27 ±	41%	23 ±	61%	15 ±	50%	17 ±	38%	84 ±	37%	46 ±	26%
Mambodé	21 ±	48%	20 ±	67%	25 ±	66%	13 ±	62%	12 ±	73%	31 ±	77%	45 ±	38%
Mombondo							1 ±	140%	3 ±	100%				
Muana													2 ±	116%
Ngoula	22 ±	65%	15 ±	82%	25 ±	67%	30 ±	61%	63 ±	42%	7 ±	133%	5 ±	123%
Niové	15 ±	34%	51 ±	24%	60 ±	21%	137 ±	13%	91 ±	15%	87 ±	40%	126 ±	18%
Oboto	6 ±	85%	17 ±	57%	21 ±	49%	68 ±	26%	45 ±	38%	37 ±	65%	12 ±	74%
Ossol	0				1 ±	196%							6 ±	196%
Ohia	194 ±	14%	226 ±	16%	173 ±	15%	162 ±	15%	90 ±	22%	352 ±	17%	464 ±	11%
Ohia parallèle	164 ±	13%	130 ±	19%	238 ±	19%	21 ±	37%	30 ±	30%	125 ±	29%	270 ±	13%
Osanga							0							
Padouk de rivière													2 ±	117%
Pao rosa	1 ±	118%	3 ±	93%	4 ±	101%	5 ±	64%	2 ±	85%			1 ±	196%
Sougué à gdes feuilles	3 ±	99%	13 ±	62%	6 ±	76%	28 ±	47%	18 ±	39%	3 ±	115%	15 ±	66%
Sougué à ptes feuilles														
Vesambata							9 ±	47%	3 ±	88%	45 ±	56%	7 ±	62%
Wamba	15 ±	43%	6 ±	108%	52 ±	29%	82 ±	19%	32 ±	29%	5 ±	127%	5 ±	106%
Wambafoncé	4 ±	76%	3 ±	86%	3 ±	90%	13 ±	50%	8 ±	100%			1 ±	196%
Sopokombo	0				1 ±	140%								
Catégorie 2	4157 ±	5%	3841 ±	5%	3996 ±	8%	2590 ±	6%	2107 ±	6%	3991 ±	9%	4906 ±	5%
Catégorie 1 - 2	2934 ±	6%	2175 ±	7%	3017 ±	11%	1184 ±	7%	974 ±	8%	3120 ±	11%	4050 ±	6%
Catégorie 3	2706 ±	4%	2696 ±	5%	1698 ±	7%	2686 ±	4%	2533 ±	4%	2251 ±	8%	1944 ±	6%
Catégorie 1 - 2 - 3	6864 ±	3%	6537 ±	4%	5694 ±	6%	5276 ±	3%	4640 ±	4%	6242 ±	6%	6850 ±	4%

3. Données écologiques sur les forêts denses tropicales d'Afrique et interprétation des structures observées en RCA

3.1. Données écologiques sur les forêts denses tropicales

Une des caractéristiques fondamentales des forêts denses tropicales est le grand nombre d'espèces qu'on y trouve, pouvant en renfermer plus de trois cents en RCA et jusqu'à plus de six cents en Côte d'Ivoire. Une conséquence de cette diversité est que les individus d'une espèce donnée ne se rencontrent en général qu'à de très faibles densités. Cependant cela peut beaucoup varier d'une zone à une autre. C'est cette forêt extrêmement diversifiée et complexe que le forestier va devoir gérer au mieux, sachant que l'on est loin d'avoir compris le fonctionnement précis des forêts tropicales.

La reproduction d'une essence est une question déterminante pour la pérennité de la ressource.

Fonctionnement très simplifié de l'écosystème forestier

A grande échelle, on observe différents grands types forestiers allant de la forêt sèche Soudano-guinéenne à la forêt dense sempervirente (Type Guinéen forestier³) lié grossièrement à un gradient pluviométrique. Cette répartition en différents types ne traduit que l'instant présent, mais en fait la couverture végétale est en constante évolution : il existe des phénomènes de régression/avancée de la forêt à très grande échelle dont l'origine serait liée à des changements paléoclimatiques. Ainsi, des variations importantes de l'étendue des forêts denses depuis 20 000 ans ont été démontrées (Maley⁴) en liaison avec le cycle des glaciations et de l'activité solaire. Actuellement nous sommes dans une phase de colonisation après un phénomène catastrophique il y a environ 2500 ans qui a vu une régression massive des forêts du bassin du Congo. La forêt n'occupait plus alors que des « refuges » isolés les uns des autres. Depuis, la forêt s'est de nouveau étendue, avec une diversité spécifique « boostée » par l'isolement de ces refuges et les différents modes de colonisation des espèces. Ce phénomène existe jusqu'au Nigéria et en Côte d'Ivoire.

Les larges savanes se sont vues colonisées par les bordures et le long des rivières (forêts galeries) via une installation d'essences pionnières au grand pouvoir de dispersion et d'installation dans des milieux plus secs. Ces arbres ont ensuite grandi et un sous bois s'est installé. Le couvert forestier s'est peu à peu refermé. Les essences héliophiles ne pouvant plus se régénérer à l'ombre du sous-bois, des essences capables de supporter mieux l'ombre au stade juvénile se sont alors installées. On est ainsi passé de forêts secondaires à des forêts « primaires » matures.

³ BOULVERT 1985

⁴ MALEY 1990, 1992, 2001

Letouzey (1968) met en évidence pour toute la zone du Sud-est Cameroun, une colonisation des savanes par la forêt. Ce phénomène de colonisation de savane est cependant contrecarré par les feux incessants que l'homme allume.

A plus petite échelle une influence humaine est également possible via des grands défrichements que l'on a pu mettre en évidence dans l'Ouest Camerounais ou au Gabon⁵.

Enfin, à une échelle de quelques hectares, hormis des phénomènes catastrophiques très rares comme des grandes tempêtes, il existe de petites trouées dans la canopée, dues à la mortalité des grands arbres. En effet, la mortalité agit dans chaque classe de diamètre. Certains arbres sont spécialisés en colonisation du sous bois et n'atteignent jamais de gros diamètres. Par contre certains arbres comme nous l'avons dit plus haut, peuvent atteindre des tailles respectables. Ces arbres finissent tous par mourir un jour ou l'autre. Quand un grand arbre de plus de 50 mètres de haut meurt, il peut le faire soit sur pied puis se décomposer sur place, ses grosses branches tombant au sol en créant relativement peu de dégâts. Il peut aussi tomber directement encore vivant (chablis), créant alors des dégâts importants sur plusieurs centaines de mètres carrés, emportant d'autres arbres dans sa chute. La lumière arrive alors massivement au sol et on a un accroissement net de la croissance des arbres qui n'ont pas été cassés⁶. De même les plantules déjà présentes, souvent en stagnation point de vue de leur croissance, se mettent subitement à pousser suite à l'afflux de lumière, tandis qu'une régénération d'essences plus ou moins héliophiles selon la taille de la trouée s'installe.

Dans le cas de la mort sur pied des arbres, on assiste plutôt à un remplacement pied à pied des individus, les tiges d'avenir auparavant dominées ayant brusquement accès à la lumière et prenant la place lentement des gros arbres morts.

Sans ce phénomène de mortalité, le couvert forestier serait complètement fermé avec aucune régénération en dessous. Les arbres finiraient probablement par devenir séniles (comme peuvent le faire les Eucalyptus dans certaines forêts monospécifiques d'Australie) et ne pourraient plus se régénérer.

Cette mortalité apparaissant aléatoirement dans le couvert forestier, on a une juxtaposition de différents stades de reconstitution du couvert forestier, du stade trouée, au stade groupe d'arbres matures. La forêt peut être ainsi décrite comme une mosaïque de différents stades de maturité. La maturité a été décrite avec le terme de « climax » au début du XX^e siècle. Mais il faut bien comprendre que la forêt est un milieu en constant changement, le climax ne représente qu'une situation vers laquelle la forêt tend constamment pour n'y arriver que temporairement par endroits car elle est constamment perturbée et donc en constante régénération ou « cicatrisation » en une multitude de petites taches dans la canopée.

⁵ WHITE 1996

⁶ Dans les forêts de Côte d'Ivoire, environ 15 % des arbres ne présentent aucun accroissement. En cas d'ouverture du peuplement, c'est ce pourcentage d'arbres « stagnants » qui diminue plus ou moins fortement (voir documents FORAFRI n° 1 à 3)

Comme dit au début de ce chapitre, la diversité biologique est très grande dans ces forêts. Cela est dû à une grande quantité de facteurs pouvant intervenir dans la diversité spécifique. Deux hypothèses existent actuellement : « le non équilibre » et « l'équilibre ». La première hypothèse⁷ donne une large part au hasard et à la chance avec une forte action d'agents pathogènes et des insectes. L'hypothèse « d'équilibre » explique la distribution des espèces par la faculté de chacune des essences d'exploiter une niche fonctionnelle⁸. Les arbres ne seraient pas distribués au hasard mais chaque groupe taxonomique serait spécialisé dans une niche particulière (sol, humidité...) pour une utilisation optimale des ressources de chaque milieu⁹. Il est probable que les deux hypothèses aient une part de vérité.

Voyons la distribution des individus par classe de diamètre qui peut éventuellement nous renseigner sur l'histoire récente d'une espèce...

3.2. Les structures diamétriques des principales essences exploitées en RCA

Un critère d'évaluation de la stratégie biologique d'une espèce est son aptitude à recruter de nouveaux individus pour maintenir sa population. Plus cette stratégie est efficace, plus longtemps la population pourra se maintenir dans la forêt. Une méthode pour mesurer cette efficacité consiste à observer la fréquence et l'abondance de semis qui s'installent sur une période de plusieurs dizaines d'années et à enregistrer l'accroissement ou la diminution de la taille de la population avec le temps. Heureusement, il n'est pas toujours nécessaire de suivre cette démarche longue et laborieuse. Dans de nombreux cas, l'histoire du recrutement d'une espèce donnée se reflète dans la distribution par taille des individus de la population. Une évaluation rapide de la structure diamétrique de la population peut souvent renseigner sur la plus ou moins bonne régénération de l'espèce dans la forêt.

La structure de la plupart des populations d'arbres peut être décrite par un nombre limité de distributions de classes d'âge ou de diamètre.

Des inventaires généraux (PARN) et des inventaires d'aménagement ont permis de connaître les structures diamétriques des principales essences en forêt dense inexploitée.

On observe (Cf. fig. 1) trois grands types de structures diamétriques dans l'inventaire général du PARN, correspondant plus ou moins aux essences édificatrices très tolérantes à l'ombre, aux essences tolérantes à l'ombre et aux essences de lumière.

Le type I

Ce type montre un plus grand nombre de petits arbres que de grands arbres et une réduction quasi constante du nombre d'arbres d'une classe de diamètre à la suivante : c'est une structure

⁷ HUBBEL, 1979 ; HUBBEL et FORSTER 1983

⁸ ASHTON 1969

⁹ ASHTON 1964, HALL et SWAINE 1976, 1981 ; GUNATILLEKE et al. 1996, 1997

d'allure exponentielle décroissante à pente plus ou moins forte. Ce type de structure est caractéristique d'essences d'ombre de la forêt primaire qui maintiennent un rythme plus ou moins constant de semis, seule la mortalité faisant diminuer régulièrement le nombre d'individus par classe de diamètre. Dans ces populations, on peut supposer presque à coup sûr que la mort d'un arbre adulte en un point donné sera compensée par la croissance d'individus issus de plus petites classes de diamètre. De nombreux auteurs considèrent cette structure comme une population stable idéale, s'entretenant elle-même.

Il s'agit par exemple des Doussiés blanc et rouge (*Afzella spp.*), du Kotibé (*Nesogordonia papaverifera*), du Padouk rouge (*Pterocarpus soyauxii*), du Bubinga (*Guibourtia ehie*), de l'Aniégré (*Aningeria altissima*), et des Bossés clair et foncé (*Guarea spp.*), toutes des essences édifcatrices tolérantes à l'ombre. Ces essences tolérantes à l'ombre sont peu dépendantes des facteurs historiques pour leur structure diamétrique, les semis pouvant s'installer sous un couvert fermé sans avoir besoin de coloniser un espace découvert.

Ces essences ne présentent pas de très gros diamètres. Deux facteurs peuvent expliquer cette absence : soit une très forte mortalité à partir d'un certain diamètre (mais dans ce cas là, la mortalité doit atteindre des proportions supérieures à 6 % par an !), soit un accroissement qui devient quasiment nul (ou les deux en même temps) peut être lié à une baisse de l'activité photosynthétique. Ce problème touche au pourquoi de la sénescence d'un arbre d'une essence donnée tandis que certaines espèces semblent pouvoir vivre plusieurs siècles. Il n'y a pas de réponse actuellement.

On peut citer encore le Tiama (*Entandrophragma angolense*), et l'Acajou (*Khaya spp.*), espèces tolérantes à dispersion plus grande.

Le type II

Certaines structures diamétriques peuvent être très étalées vers les gros diamètres comme l'Iroko (*Milicia excelsa*), le Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*), le Sipo (*E. utile*), Dibétou (*Lovoa trichillioides*) et le Kossipo (*E. Angolense*) avec même parfois une accumulation spectaculaire de grosses tiges (cas du Mukulungu). Ces essences sont en grande partie des essences tolérantes à l'ombre avec une bonne dispersion des graines mais une forte mortalité des plantules d'autant plus grandes qu'elles sont groupées.

Le type III

Il caractérise une essence dont la distribution diamétrique présente une bosse où généralement les classes de diamètre de 70 à 90 cm ont des effectifs plus importants que toutes les autres classes. Ce sont des essences dont la régénération est sérieusement limitée pour une raison ou pour une autre. Le sommet de la structure en cloche correspond à l'âge moyen du peuplement¹⁰. La plupart des individus d'une telle population ont plus ou moins la même taille

¹⁰ ROLLET 1974

et même si nombre d'entre eux produisent des fleurs et des fruits, les semis ne parviennent pas à s'installer. Ce type de structure de population se rencontre souvent parmi les essences pionnières exigeantes en lumière, dont la régénération nécessite de larges trouées dans le couvert. En l'absence de telles perturbations ces essences peuvent disparaître **temporairement** de la forêt, leur population n'étant plus représentée que par leurs graines restant dans le sol à l'état dormant. Ce type de distribution ne se limite pas aux essences pionnières. Les populations d'essences de forêt primaire ou secondaire peuvent aussi présenter une telle distribution si l'installation de nouveaux semis se trouve interrompue pendant une période suffisamment longue. Si les conditions ne changent pas, ces populations disparaîtront **à long terme**¹¹ de la forêt. Mais en fait il existera toujours quelques trouées de grande taille pour permettre une régénération dans quelques endroits dispersés.

Les structures de l'Ayous et du Fraké illustrent ce type.

Bien que ces trois grands types de distribution de classe de diamètre correspondent en gros à trois groupes écologiques de régénération (essence de lumière et essence tolérantes à l'ombre, édificatrices ou à moyenne dispersion), ce n'est pas toujours le cas (exemple du Tiama). La structure de population d'une essence donnée est extrêmement dynamique et sensible aux changements dans le niveau de régénération. Au facteur écologique (mode de régénération d'une espèce et niche écologique occupée) se couple l'histoire de la forêt. Une distribution de type I peut facilement se transformer en type III si les taux de recrutement diminuent, en passant par des stades intermédiaires. On peut voir que dans le type I, les structures peuvent être assez variables. Pour ces populations dans lesquelles l'installation de nouveaux semis est sporadique et irrégulière, le niveau effectif de régénération peut être suffisant pour maintenir la population, mais sa fréquence irrégulière provoque des hauts et des bas dans la distribution des classes de diamètre à mesure que les semis passent dans les classes de diamètre supérieures. Ce type de distribution est courant dans les essences de forêt secondaire dont la régénération est conditionnée par l'ouverture des trouées dans le couvert forestier. Il peut aussi caractériser une population dont la régénération a été temporairement interrompue du fait d'une récolte excessive des semenciers, de fruits ou de graines, de dommages directs aux semis ou de l'absence d'agents de pollinisation ou de dissémination. Ce mécanisme est étudié dans le § 4.3.

Les structures en cloche du type III, se retrouvent de l'échelle de quelques dizaines de milliers d'hectares à l'échelle de plusieurs millions d'hectares. Elles se retrouvent aussi bien dans les zones de forêt semi-caducifoliées que dans les forêts de transition ou la forêt dense humide sempervirente.

Ces structures pourraient correspondre au phénomène de régression/avancée de la forêt à très grande échelle décrite au § 4.1. et/ou pourraient être dues à une influence humaine à plus petite échelle. Ces structures particulières se retrouvent également à une échelle plus réduite de l'ordre de la dizaine de milliers d'hectares. La structure observée correspondrait ainsi à

¹¹ On ne peut parler de « définitivement » car sur des périodes de centaines d'années, il est impossible de prévoir ce qui se passera.

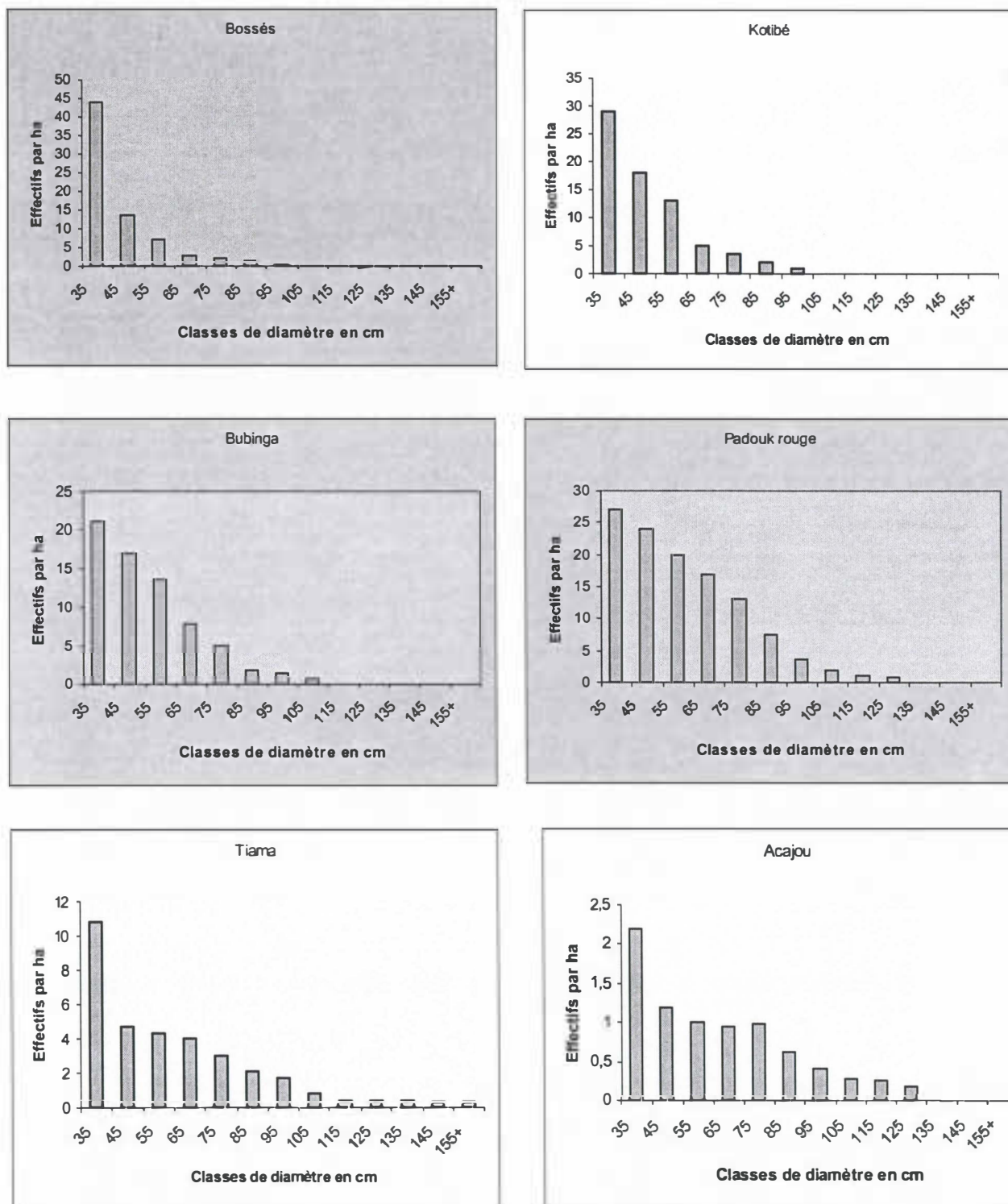
cette colonisation, les essences héliophiles ne pouvant plus se régénérer à l'ombre du sous-bois et présentant ainsi un déficit d'effectif dans les petites classes de diamètre.

Les structures sont donc fortement inféodées à l'historique de la forêt, à la fructification et aux conditions favorables de régénération.

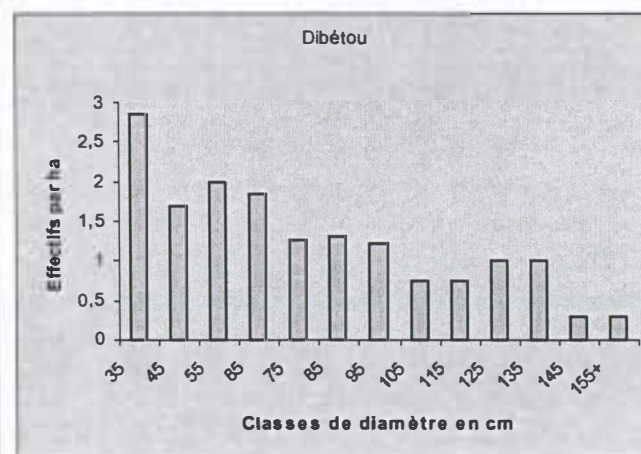
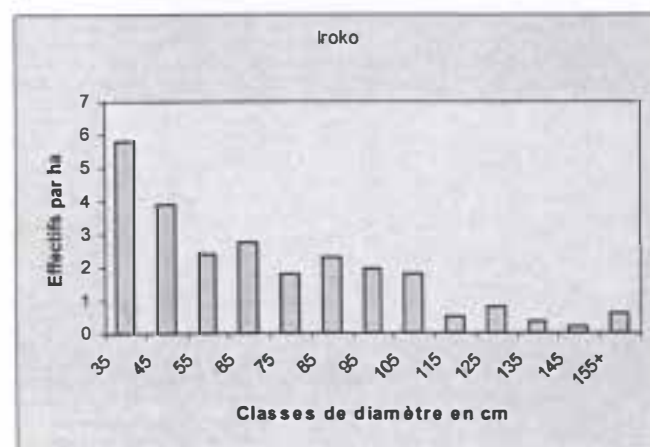
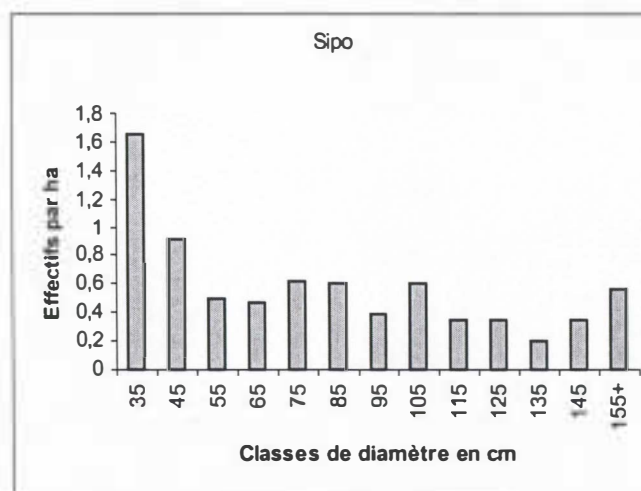
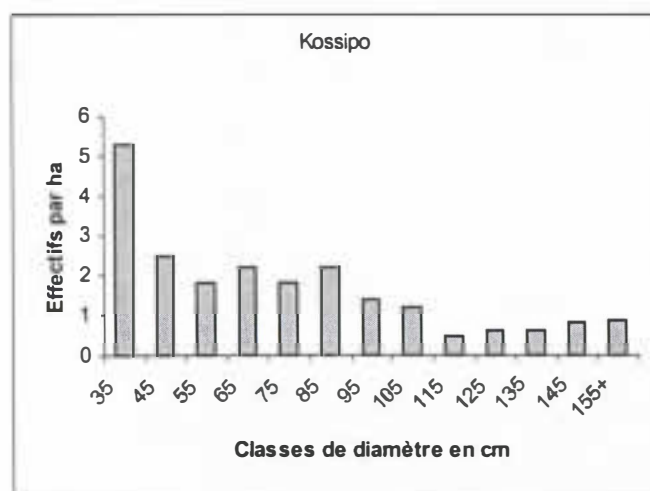
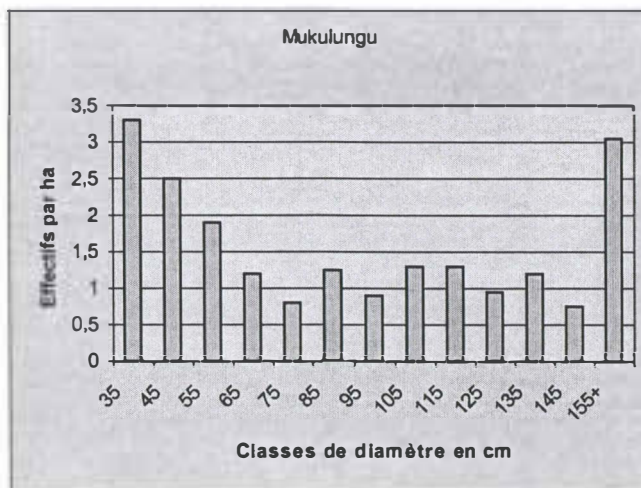
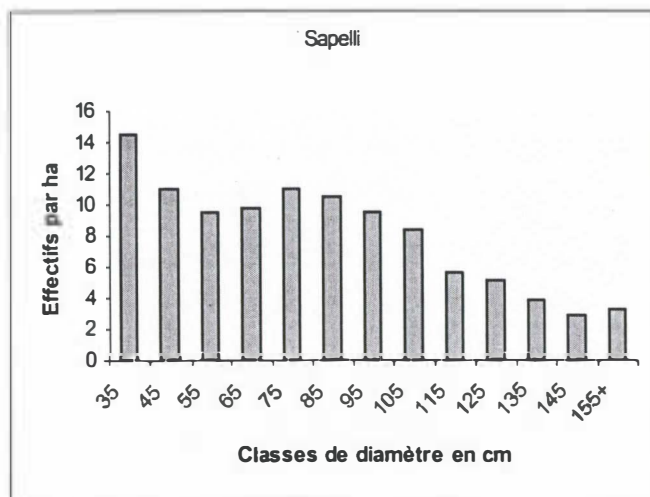
Ainsi, une essence peut présenter une structure en cloche dans un PEA et en exponentielle décroissante dans un autre. C'est le cas du Sapelli pour les PEA 163 et 169.

Fig. 1 : Structure diamétrique de quelques essences exploitées ou exploitables en forêt dense centrafricaine, d'après les inventaires du PARN

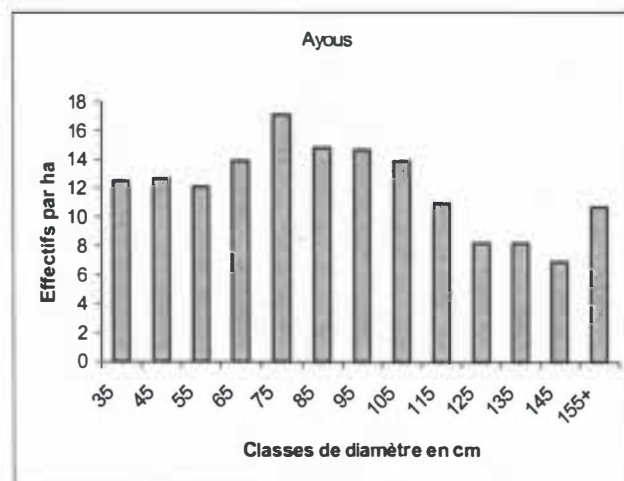
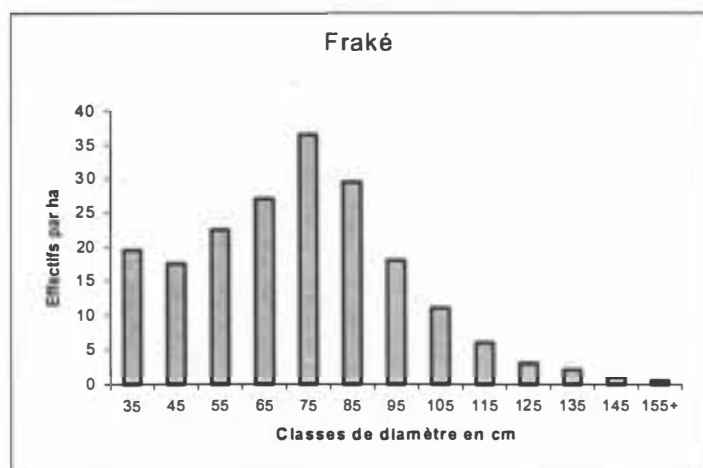
Type I



Type II



Type III



3.3. Comment gérer ces essences dans un aménagement durable ?

Le but de l'aménagement forestier est de gérer au mieux la ressource forestière pour assurer sa pérennité mais aussi de préserver une biodiversité maximale en évitant d'éradiquer certaines essences sciemment. Le chapitre précédent illustre le danger d'une exploitation forestière mal gérée qui peut alors provoquer de graves perturbations dans la forêt.

Doit-on cependant tout sauvegarder ? chaque espèce ? De multiples facteurs interviennent dans la présence et le maintien d'une espèce dans une forêt. On observe des essences de lumières qui se sont installées il y a longtemps à la faveur de la colonisation de la forêt. Les conditions pour leur régénération ne sont apparemment plus réunies et il y a un large déficit dans les petites classes. L'effet de l'exploitation sur la régénération est mal connu, même s'il est probablement positif dans le cas où des semenciers suffisamment nombreux sont laissés en place. Mais dans certains cas, une espèce pourra disparaître naturellement sans que l'on y puisse rien. Une exploitation forestière n'est jamais une opération neutre pour la forêt. Il y a systématiquement des impacts sur la composition floristique et sur les structures diamétriques des différentes espèces.

L'aménagement sera donc une gestion au mieux des connaissances actuelles, prenant en compte les différents acteurs de la forêt (donc en prenant en compte l'exploitant et ses contraintes économiques, mais en gardant cependant la priorité à la forêt). Un effort sera fait pour la conservation dans la forêt d'essences à bois rouges, à forte valeur commerciale.

Il est ainsi nécessaire de déterminer *pour chaque PEA* les paramètres optimum d'aménagement pour s'adapter au mieux à chaque type de forêt.

3.4. Rappel de la méthodologie des inventaires d'aménagement

Les inventaires d'aménagement sont la première phase pour connaître la ressource forestière et donc la gérer. L'inventaire commence par une phase de stratification.

3.4.1. Stratification forestière

Chaque PEA a fait l'objet d'une stratification afin de délimiter les zones de forêt productive qui seront inventoriées. Cette zone de forêt productive comprend les zones non encore exploitées et celles déjà exploitées.

3.4.2. L'inventaire d'aménagement

3.4.2.1. Méthodologie générale d'inventaire

L'inventaire est réalisé sur toute la surface de la forêt productive, selon le principe d'un échantillonnage systématique.

Le taux de sondage est compris entre 0,5 et 2,5 % pour impliquer une marge d'erreur de 10 à 15 % au seuil de probabilité de 95 % sur le volume exploitable. Ainsi, pour une erreur de 10 %, si le volume estimé est de 100 m³, le volume réel est compris entre 90 et 110 m³ avec une chance sur vingt de se tromper.

Des unités élémentaires de sondage, appelées placettes d'inventaire sont positionnées le long de layons d'inventaire ouverts et matérialisés en forêt.

Seules les essences commercialisées actuellement et commercialisables à moyen terme ont été inventoriées selon une liste minimale de 78 essences (Cf. Annexe 1). Les tiges des autres essences ont été mesurées mais pas identifiées botaniquement.

Tous les arbres d'espèces prises en compte dont le diamètre est au moins égal à 30 cm ont été comptabilisés dans l'inventaire, sur les 200 x 25 mètres de la parcelle (0,5 ha).

Un sous-placeau pour l'inventaire de la régénération potentielle (arbres de diamètre compris entre 10 et 30 cm) est situé sur les 50 premiers mètres de la placette (soit 50 m x 25 m = 0,125 ha). Ces petites tiges sont comptées en plus des arbres de diamètre supérieur à 30 cm pour les 78 essences prises en compte. Les autres essences de diamètre inférieur à 30 cm ne sont pas comptées.

3.4.2.2. Classes de qualité

Des relevés portant sur la qualité du fût sont notés pour tous les arbres ayant atteint un diamètre de plus de 60 cm à 1,30 m du sol ou au dessus des contreforts.



Les classes de qualité suivantes sont utilisées :

- classe A : ce sont les arbres très bien conformés (qualité export) ;
- classe B : ce sont les arbres présentant un ou plusieurs défauts ;
- classe C : tous les arbres qui n'ont pas pu être cotés A ou B et qui sont donc inutilisables par l'industrie sauf comme bois de feu ou charbon de bois.

3.4.2.3. Les relevés de la régénération

Afin de mieux connaître les dynamiques et les répartitions des très jeunes tiges d'un groupe d'essences couramment commercialisées, l'abondance des très jeunes tiges (diamètre inférieur à 10 cm) des essences dont la liste suit est relevée.

Tableau 4 : Liste des espèces prises en compte lors des relevés de régénération

Sapelli	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	Doussié Pachy.	<i>Afzella bella</i>
Acajou	<i>Khaya spp.</i>	Fraké/Limba	<i>Terminalia superba</i>
Aniégré	<i>Aningeria altissima</i>	Iroko	<i>Milicia exelsa</i>
Ayous	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Kossipo	<i>Entandrophragma candollei</i>
Bété	<i>Mansonia altissima</i>	Kotibé	<i>Nesogordonia papaverifera</i>
Azobé	<i>Lophira alata</i>	Mukulungu	<i>Autranella congolensis</i>
Bossé clair	<i>Guarea cedrata</i>	Padouk rouge	<i>Pterocarpus soyauxii</i>
Bossé foncé	<i>Guarea laurentii</i>	Sipo	<i>Entandrophragma utile</i>
Dibétou	<i>Lovoa trichilioides</i>	Tiama	<i>Entandrophragma angolense</i>

Des espèces secondaires, mais présentant des dynamiques de régénération très fortes ont également été relevées, comme par exemple l'Essessang, le Fromager. Ce relevé d'essences secondaire sera un marqueur d'intensité d'ouverture du couvert après exploitation et permettra de mettre en évidence des modifications radicales de composition floristique.

Les différents stades de développement relevés sont :

- semis ou plantule (hauteur < 0,3 m) ;
- les tiges comprises entre 30 cm et 1,5 m de hauteur ;
- les tiges de hauteur > 1,5 m et de diamètre < 10 cm.

4. Détermination des DME et de la périodicité d'exploitation

Un plan d'aménagement nécessite entre autres de déterminer la durée de rotation entre deux coupes de manière à permettre de nouvelles récoltes dans un laps de temps compatible avec une exploitation forestière rentable et durable. D'autre part, les DME doivent être déterminés au mieux de manière à ;

- permettre cette reconstitution du peuplement ;
- éviter les disparitions d'espèces ;
- limiter les dégâts sur le peuplement restant.

D'autres paramètres doivent être pris en compte tels que la fructification des arbres, la régénération et l'analyse de l'impact financier de tout changement de DME sur l'entreprise forestière. Les fonctions écologiques de la forêt doivent être maintenues, de même que la biodiversité.

La détermination de diamètres minimum d'exploitabilité (DME) et de la rotation doit prendre en compte :

- le diamètre de fructification, afin de laisser des semenciers en nombre suffisant ;
- la croissance et la structure diamétrique des principales essences exploitées, notamment de celles présentant une structure en cloche (type II) ;
- la distance de dissémination des graines à partir d'un semencier ;
- la qualité des billes dans les classes de diamètre considérées et leurs utilisations permettant d'appréhender les incidences économiques d'une éventuelle remontée de DME pour la société ;
- l'abondance des espèces à potentiel commercial dans les petites tiges, voire parmi les plantules ;
- les dégâts induits sur le peuplement en fonction du nombre de tiges abattues donc en fonction du DME.

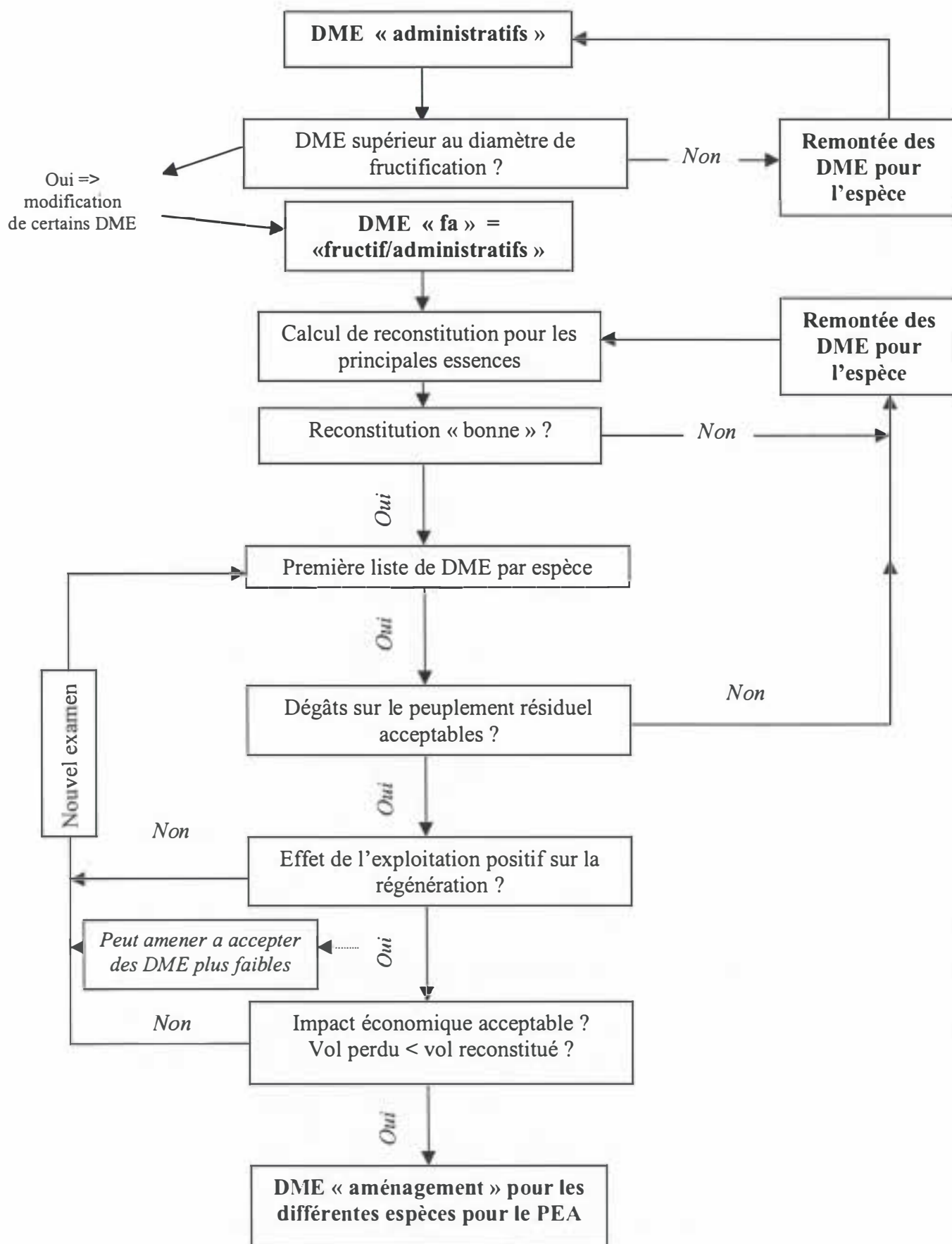
L'utilisation de tous ces paramètres va être passée en revue en ayant conscience de l'évolution constante de la forêt et donc de sa transformation botanique continue : certaines essences ont pu s'installer à la faveur de conditions favorables et ensuite, ces conditions ayant disparu, l'espèce ne se régénère plus et peut être amenée à disparaître localement. Au contraire l'effet de l'ouverture du peuplement par exploitation peut être très bénéfique à la régénération d'une essence qui autrement ne se régènerait plus dans une forêt au couvert trop fermé.

Les DME sont examinés pour chaque espèce exploitée au cas par cas via tous les paramètres cités ci-dessus. Le peuplement n'est examiné dans son ensemble que pour les facteurs économiques et pour les dégâts induits sur les arbres restant après exploitation. Alors la modification éventuelle des DME intervient ; soit une augmentation soit peut être dans certains cas une diminution.

Un schéma résumant toutes les opérations à effectuer est présenté ci après (Cf. fig. 3).



Fig.3 : Méthodologie de détermination des DME



4.1. Le diamètre efficace de fructification

Les DME choisis doivent **dans tous les cas** être **supérieurs d'au moins 10 cm** au diamètre de fructification opérationnel des arbres, par espèce. Le diamètre opérationnel signifie que la majorité des arbres dans une classe de diamètre donnée doivent être semenciers et non pas seulement une partie, comme c'est le cas pour les Sapelli de moins de 80 cm de diamètre. C'est ce que nous appellerons le « **diamètre efficace de fructification** » avec un seuil fixé à 80 % des arbres producteurs de fruits.

Les données sur les diamètres de fructification par essence et par classe de diamètre commencent à être disponibles. Des études sont en cours au Cameroun et en Centrafrique (ECOFAC Ngotto, PARPAF).

Sur le dispositif d'étude du PARPAF, plus de deux mille arbres appartenant à 22 espèces sont suivis, sur le PEA 173 attribué à la CAMIF.

Les arbres sont répartis en sept classes de diamètre, en dessous et au dessus du DME actuel en RCA. A ces résultats s'ajoutent ceux du dispositif de Mbaïki où deux groupes de 121 et 140 arbres appartenant à 14 espèces ont été suivis pendant deux périodes d'au moins trois ans, au minimum une fois par mois.

Tab. 5a : Premiers résultats sur les pourcentages d'arbres fructificatifs en mai 2002 pour quelques-unes des essences à Berbérati et Mbaïki

Essence	Classe de diamètre en cm						
	40 à 50	50 à 60	60 à 70	70 à 80	80 à 90	90 à 100	100 à 120
Aniégré	66%	81%	90%	87%	97%	96%	95%
Ayous	33%	69%	71%	69%	69%	94%	93%
Bété	97%	97%	93%	74%			
Emien	83%	89%	100%	100%	100%	94%	100%
Essessang	39%	50%	50%	64%	41%	63%	37%
Essia	67%	63%	80%	63%	65%	88%	80%
Eyong	48%	60%	67%	83%	81%	76%	100%
Lati	0%	20%	43%	63%	27%	45%	69%
Niové	96%	86%					
Sapelli							
Tiama	33%	33%	25%	60%	50%	82%	73%

En grisé : plus assez d'individus, ces essences n'atteignant que rarement des gros diamètres.

Des résultats du suivi du PEA 169 sur le projet ECOFAC fournissent des données pour 100 Sapelli suivis sur deux ans¹². Les résultats sont les suivants (Cf. tab. 5b) :

Tab. 5b : Répartition par diamètre des Sapelli suivis sur le dispositif d'ECOFAC

Classe de diamètre (en cm)	Effectifs	Nombre d'arbres ayant fleuri	Nombre d'arbres ayant fructifié abondamment	Pourcentage d'arbres ayant fleuri	Pourcentage d'arbres ayant fructifié
50-70	25	22	22	88%	88%
70-80	16	16	16	100%	100%
80-90	15	12	12	80%	80%
90-100	15	14	14	93%	93%
Supérieur à 100	30	26	26	87%	87%

Une autre étude a été menée en Ouganda (PLUMPTRE, 1995) sur le diamètre de fructification de plusieurs espèces. Les effectifs relevés ne sont malheureusement pas fournis. D'après ces résultats les diamètres pour lesquels la fructification dépasse 80 % des tiges est la suivante pour quelques essences exploitables en RCA :

Acajou (<i>Khaya anthotheca</i>) :	60 cm
Entandrophragma spp. :	90 cm (peu de données de 70 à 90)
Aniégré (<i>Aningeria altissima</i>) :	50 cm
Kékélé (<i>Holoptelea grandis</i>) :	50 cm
Mutondo (<i>Funtumia elastica</i>) :	10 cm
Ohia (<i>Celtis milbraedii</i>) :	20 cm
Ohia parallèle (<i>Celtis zenkeri</i>) :	30 cm

Les premières analyses de ces données montrent que pour avoir au moins 80 % des tiges d'une espèce qui fructifient, les diamètres seraient les suivants (Cf. tab. 5c). Mais bien évidemment il est nécessaire d'étoffer ces données par une continuation du suivi sur le dispositif du PARPAF et l'incorporation d'autres données provenant d'autres sites.

¹² DURRIEU de MADRON L., LUGARD G.R., DIPAPOUNDJI B. : sous presse

Tab. 5c : Première estimation de diamètre de fructification efficace

Espèce	Première estimation de diamètre de fructification « efficace » (en cm)
Acajou	60
Aniégré	50
Bété	40
Emien	40
Essia	60
Eyong	70
Niové	40
Sapelli	70
Tiama	90

4.2. Calcul de pourcentage de reconstitution à partir des structures diamétriques

4.2.1. Méthodologie générale

Les PEA ont une superficie moyenne de 260 000 hectares. Cela varie beaucoup par PEA (de 105 000 ha à près de 600 000 ha).

La périodicité d'exploitation correspondra au temps nécessaire pour permettre de nouvelles récoltes dans un laps de temps compatible avec une exploitation forestière rentable et durable.

On ne cherche pas, après une première exploitation, à reconstituer en quelques décennies tout le volume accumulé sur pied depuis des siècles. Les coupes ultérieures ne récolteront que la production cumulée pendant la durée de la rotation. Ainsi, un nombre de tiges d'avenir (tiges de diamètre inférieur au DME) suffisant doit rester sur pied pour permettre une nouvelle récolte et si possible une bonne régénération de cette essence ou au moins ne pas la faire disparaître dans le cas d'une essence naturellement rare. La durée de rotation et les DME sont alors directement liés au passage du "groupe d'avenir" au groupe des "tiges de diamètre exploitable". Ces DME et cette rotation doivent ainsi prendre en compte la vitesse de croissance, la structure diamétrique, les dégâts d'exploitation et la mortalité des essences

considérées¹³. La rotation sera d'avantage influencée par les quelques essences les plus exploitées et surtout ayant le plus de poids économique.

On dispose de données sur l'accroissement des quelques essences qui forment la majorité du volume exploitable (par exemple le Sapelli ou l'Ayous).

Le premier calcul des DME et de la périodicité d'exploitation est alors basé entre autres sur un *pourcentage de reconstitution* du nombre de tiges exploitables initialement ou de leur volume. Ce pourcentage permet d'avoir une idée de la récolte future possible par rapport à la récolte actuelle et représente et constitue donc un indicateur pour la gestion de la forêt. Elle permet également de visualiser l'évolution du peuplement à long terme.

4.2.2. Que reconstituer ?

Les inventaires d'aménagement échantillonnent tout le PEA, que ce soit les zones exploitées ou les zones non exploitées. Si le PEA a été complètement parcouru par une exploitation précédant le présent aménagement, vouloir reconstituer un peuplement complètement dégradé n'a pas de sens. Ce cas a été observé au Cameroun où des forêts déjà plusieurs fois parcourues par l'exploitation ont été « aménagées » ; on a alors effectué un nouvel inventaire puis un calcul de pourcentage de reconstitution à partir des données de cet inventaire, cherchant à reconstituer un peuplement déjà complètement dégradé, sans laisser de temps de repos à la forêt. En multipliant le nombre d'essences exploitées (jusqu'à 52), on peut toujours trouver quelques mètres cubes exploitables par hectare, mais la forêt sera constamment parcourue et aucun arbre n'aura le temps de fructifier. Les dégâts sur le peuplement seront constants amenant une dégradation de la forêt encore plus importante.

De plus, une exploitation continue amène la formation de larges trouées dans le couvert qui précipitent l'installation de broussailles inflammables et qui bloquent la régénération.

Il en découle, dans le cas d'un PEA déjà fortement exploité, qu'un temps de repos minimum de 25 ans doit être respecté. On peut édicter comme seuil de « forte exploitation », un volume encore exploitable à l'hectare de moins de 3 m³ par hectare parmi les essences de catégorie 1 du PARN (cf. tab. 3b).

Dans le cas d'une forêt présentant encore un potentiel exploitable important, trois cas de figure se présentent :

1. **La forêt n'a pas encore été exploitée** ; la première rotation peut alors être rapide (25 ans) tant que les diamètres de fructification des essences sont respectés et qu'ainsi les semenciers des essences rares restent en nombre suffisant (principe de prudence à appliquer pour ces essences). L'adéquation des DME_{fa} est tout de même vérifiée par le calcul de reconstitution des essences exploitées. On doit chercher à reconstituer le

¹³ DURRIEU de MADRON L., FORNI E. 1997 "Aménagement forestier dans l'Est du Cameroun : structure du peuplement et périodicité d'exploitation " *Bois et Forêts des Tropiques*, 254 : 39-64.

peuplement inexploité moins les grosses tiges accumulées depuis de siècles (pas 100 % de reconstitution du volume ni du nombre de tiges exploitables actuel).

2. **La forêt est déjà partiellement exploitée et le PEA est homogène** (même type de forêt). La zone exploitée reste de taille inférieure à celle inexploitée. Un calcul de rotation et de DME sera alors effectué en fonction de la reconstitution des essences dans la zone vierge, toujours en respectant les essences rares et les diamètres de fructification des essences. L'effet de l'exploitation pourra être analysé dans la partie déjà exploitée et éventuellement influencer les conclusions des calculs dans la zone vierge. Cette zone déjà exploitée passera en exploitation après la partie vierge, elle aura ainsi le temps de se reconstituer en partie.
3. **La forêt du PEA est déjà largement exploitée sur une grande partie de la surface, mais il reste un potentiel exploitable appréciable.** Un calcul de reconstitution est réalisé sur la partie déjà exploitée. Etant donné l'absence de grosses tiges (déjà prélevées), la reconstitution devra être **poussée** tout en gérant au mieux en fonction des contraintes économiques et biologiques. Ce point sera repris à la fin du paragraphe 4.2.6.

Dans tous les cas ;

1. Il faut travailler par **type de forêt** (sempervirente, semi décidue, sur sol sableux ou autre...) car ceci détermine la présence/absence de certaines espèces et leur abondance. Il ne sert à rien d'analyser la structure diamétrique d'une essence issue de l'inventaire de deux types de forêt différents, car la structure moyenne obtenue sera vide de sens. Par exemple l'Ayous, l'Aniégré et le Limba sont absents de l'UFP 3 du PEA 171 et ils sont largement présents dans les autres UFP. Vouloir reconstituer un peuplement d'Ayous en UFP 3 ne rime alors à rien.
2. Les très grosses tiges ne seront pas prises en compte dans les calculs de reconstitution (voir le paragraphe « utilisation d'un bonus ? » plus loin).

4.2.3. Essences prises en compte dans les calculs

Toutes les essences qui seront exploitées au cours de la durée du plan d'aménagement devront être « aménagées », c'est à dire que l'adéquation de leur DME devra être vérifiée, notamment par le calcul du pourcentage de reconstitution.

Densité minimale par hectare pour calculer un pourcentage de reconstitution

Dans la répartition des tiges par classe de diamètre et par essence, pour certaines essences peu courantes, il existe des structures diamétriques avec certaines classes de diamètre sans individus comptés.



En fait, on peut remarquer d'après une étude réalisée au Cameroun¹⁴ que les structures diamétriques présentant des lacunes sont quasi systématiquement des essences avec moins de 0,1 tiges comptées par hectare, toutes classes de diamètre confondues.

On peut se servir de cette densité de **0,1 tige par ha** pour définir un seuil de calcul. En dessous de cette valeur, le pourcentage de reconstitution ne sera pas calculé car il serait vide de sens. Dans ce cas, le DME de l'essence pourra être modifié à l'aide d'autres paramètres économiques ou biologiques (diamètre de fructification...). Il faudra donc toujours chercher à utiliser des inventaires avec des taux de sondage les plus élevés possible.

Pour des essences aux effectifs faibles, on pourra effectuer des regroupement d'essences si celles ci présentent des structure diamétriques et des vitesses de croissance similaires.

Déclarer une essence inexploitable dans un PEA ?

Les essences rares précédemment citées (densité inférieure à 0,1 tige par ha) présentent systématiquement des lacunes dans certaines classes de diamètre et verront, en cas de prélèvement de leurs quelques tiges exploitables, leur régénération probablement menacée. Faut il en proscrire l'exploitation pour leur sauvegarde et la richesse en biodiversité de la forêt ? Cette décision semble trop catégorique. En effet, il ne faut pas confondre rareté et disparition. Une espèce rare peut être soit en début de colonisation, soit naturellement peu abondante, ou soit effectivement en voie de raréfaction, pour une cause naturelle ou pour cause de surexploitation (Cf. § 4.3.). Il faut alors étudier attentivement la répartition de l'espèce (disséminée, grégaire...) et sa distribution par classe de diamètre, et si possible quantifier l'effet de l'exploitation forestière. Après étude au cas par cas, certaines espèces pourront alors éventuellement être exclues de l'exploitation.

4.2.4. Mode opératoire

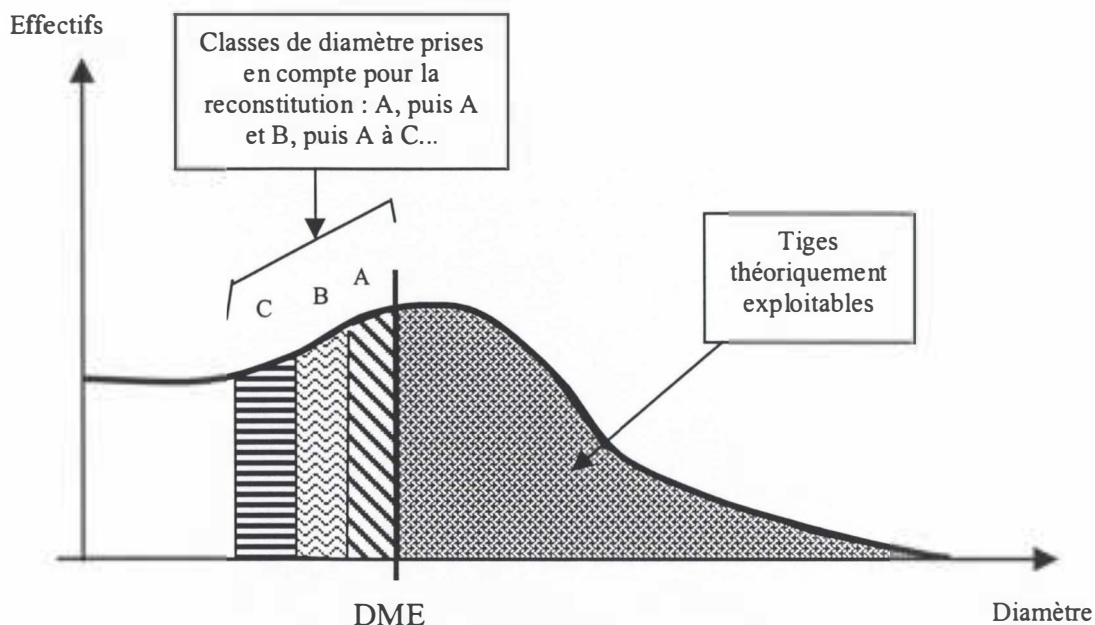
Pour chacune de ces essences, les effectifs des classes de diamètre inférieures au DME_{fa} sont utilisés. On leur applique un accroissement diamétrique en mm/an ainsi qu'un taux de mortalité et un pourcentage de perte dû aux dégâts d'exploitation. Ces calculs sont effectués en prenant la première classe en dessous du DME puis les deux premières, puis les trois premières classes (classes A puis A et B puis A à C et ainsi de suite, Cf. fig. 4). On détermine à chaque fois un pourcentage de reconstitution du nombre de tiges initialement exploitables.

Par exemple, en considérant la première classe de diamètre en dessous du DME, l'Ayous, avec un accroissement moyen du diamètre de 1 cm par an, verra les effectifs de cette classe (moins la mortalité et les dégâts d'exploitation) passer au dessus du DME en 10 ans. En 20 ans, ce seront les effectifs des 2 classes de diamètre inférieures au DME qui passeront au dessus du DME. À chaque temps considéré correspond un groupe de classes de diamètre prises en compte et un pourcentage de reconstitution.

¹⁴ DURRIEU de MADRON L. : Rapport de mission d'appui en aménagement forestier. Mai 2000. Projet Forêts et Terroirs/République du Cameroun 42 p.

Si il s'avère nécessaire de descendre jusqu'à la première classe de diamètres inventoriée (diamètre entre 30 et 40 cm), les effectifs de cette classe de diamètre sont complétés automatiquement pour ne pas induire de biais, comme si le recrutement était constant dans le temps sauf cas contraire observé dans l'échantillonnage des tiges de 10 à 20 cm de diamètre.

Fig. 4 : Prise en compte des effectifs des premières classes de diamètre inférieures au DME pour le calcul des pourcentages de reconstitution : exemple d'une essence à structure diamétrique "en cloche"



Le temps de passage T pour faire passer tous les individus d'une classe à un diamètre supérieur au DME a donc été obtenu par la formule suivante :

$$T = \frac{DME - D_{bi.}}{AAM}$$

avec : $D_{bi.}$ = diamètre de la borne inférieure de la classe de diamètre considérée.
A.A.M. = Accroissement Annuel Moyen sur le diamètre.

La formule utilisée pour le calcul du pourcentage de reconstitution est la suivante :

$$\% Re = \frac{[N_0(1 - \Delta)](1 - \alpha)^T}{NP} \times 100$$

$\% Re$ = pourcentage de reconstitution du nombre de tiges supérieures au DME au temps 0
 N_0 = effectif des une, deux, trois ou quatre classes de diamètre immédiatement en dessous du DME
 (selon accroissement et durée de la rotation)
 N_p = Nombre de tiges supérieures au DME au temps 0
 α = taux de mortalité annuel
 T = temps de passage = DME - Diamètre de la borne inférieure considérée, divisé par l'accroissement diamétrique annuel moyen
 Δ = taux de dégâts dû à l'exploitation.

On peut utiliser cette formule avec des volumes au lieu du nombre de tiges.

La valeur généralement prise pour les dégâts d'exploitation est de 10 %, au Cameroun, Gabon et Congo. C'est la valeur qui sera utilisée au départ. Elle permettra de calculer un pourcentage de reconstitution et donc d'influencer le DME et la rotation, influençant par la même occasion le nombre de tiges exploitables et donc les dégâts sur le peuplement. Or une étude effectuée en RCA permet de mieux fixer cette valeur en fonction du nombre de grosses tiges (diamètre moyen d'environ 110 cm) qu'il est prévu d'abattre¹⁵. Le taux de dégâts sera alors recalculé en utilisant la formule suivante :

$$\text{Surface affectée par les dégâts (en \%)} = 100 (1 - 1 / ((1 + 0,186 N)^{0,465}))$$

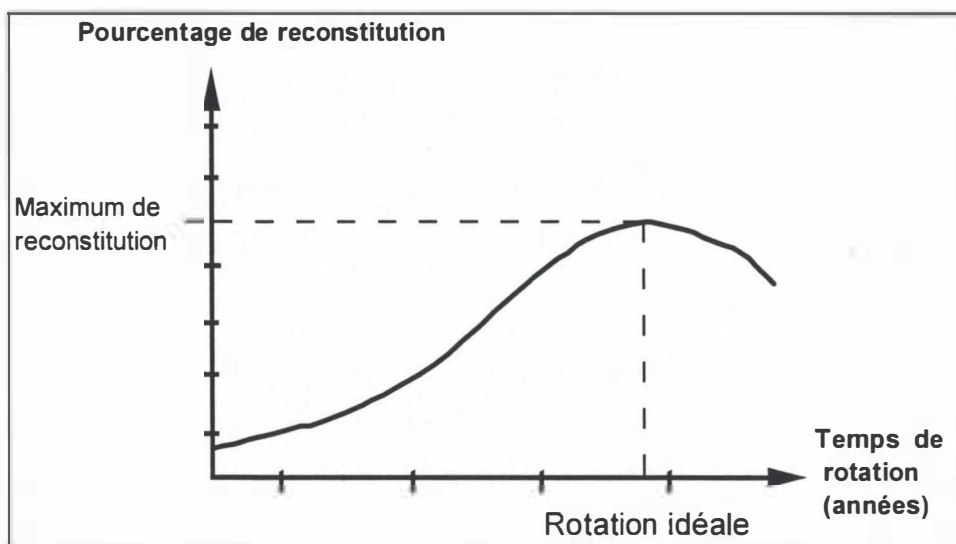
Avec N = Nombre de tiges abattues par hectare

Il s'agit donc d'un calcul itératif. Le nombre de tiges exploitables issu du premier calcul impliquera un nouveau taux de dégâts qui impliquera à son tour un nouveau nombre de tiges exploitables et donc un nouveau taux de dégâts... et ainsi de suite. Il faudra donc recommencer le calcul une deuxième voire une troisième fois, jusqu'à ce que la valeur rentrante et sortante du taux de dégâts soient à peu près équivalentes.

Pour les essences à distribution des effectifs par classe de diamètre de type II (en cloche), l'évolution de ces pourcentages de reconstitution forme une courbe du même type (Cf. fig. 5). Une évolution selon une fonction puissance s'observe pour les essences à distribution en exponentielle décroissante (Cf. fig. 6). Cette évolution peut dépasser 100 % de reconstitution au bout d'un certain temps. En effet, plus le temps de passage entre deux coupes est long, plus le nombre de tiges qui va passer au-dessus du DME sera important, uniquement limité par la mortalité naturelle.

¹⁵DURRIEU de MADRON *et al.* 2000 a

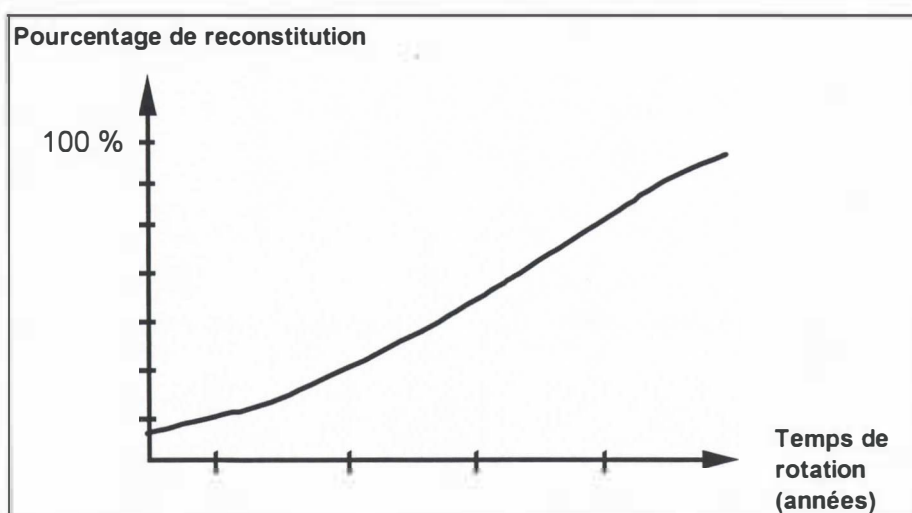
Fig. 5 : Évolution probable de reconstitution du volume prélevé en fonction du temps pour les essences présentant une courbe de distribution des effectifs de type II



Le premier cas (courbe en cloche) est le plus contraignant en ce qui concerne le pourcentage de reconstitution car celui-ci peut baisser avec le temps.

Pour le second cas, théoriquement, plus la durée de la rotation est longue, plus le pourcentage de récupération augmente. Seule la mortalité agit alors en diminuant les effectifs qui passent au dessus du DME.

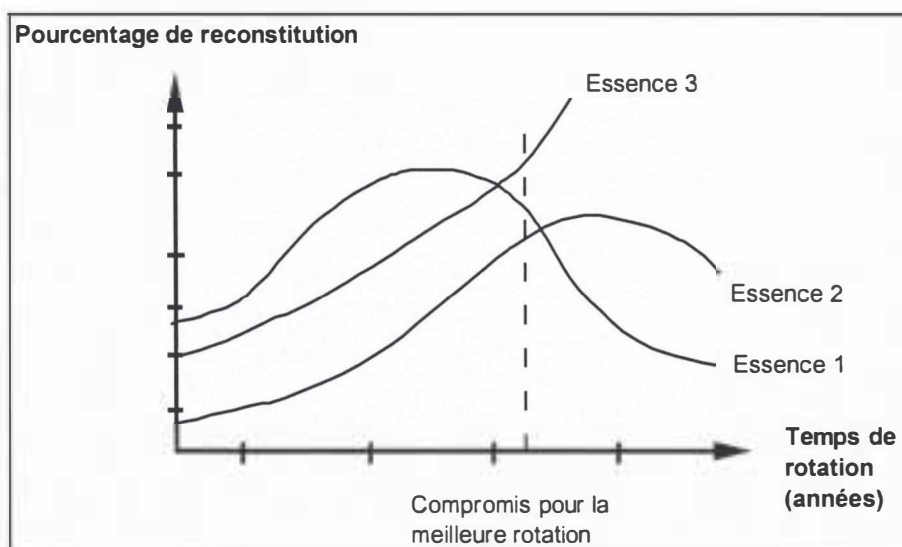
Fig. 6 : Evolution possible de reconstitution du volume prélevé en fonction du temps pour les essences présentant une courbe de distribution en exponentielle décroissante



Pour les courbes en cloche, l'idéal est alors de choisir le point culminant de la courbe de chaque essence, point qui correspond au temps pendant lequel l'effectif exploitable reconstitué est maximum.

Les points culminants des courbes de chaque essence ne correspondront pas forcément au même temps de rotation. Il faudra alors trouver un compromis amenant le meilleur pourcentage de reconstitution global dans un temps le plus court possible (Cf. fig. 7). Ainsi seront proposés les DME par essence avec une rotation commune, étant entendu qu'ils doivent rester réalistes d'un point de vue économique. *Les essences commerciales de grande valeur comme les Méliacées auront un poids beaucoup plus important dans le raisonnement que celles de valeur moindre comme les bois blancs.*

Fig. 7 : Comparaison des pourcentages de reconstitution en fonction du temps afin de déterminer la rotation et les DME



Si la reconstitution est trop faible (Cf. § 4.2.8. pour l'éventuelle détermination d'un seuil), quelle que soit la durée de rotation considérée, de nouveaux calculs sont effectués afin de voir si les reconstitutions sont meilleures avec des DME plus élevés pour ces essences. Cela servira de base, après intégration d'autres paramètres, à la proposition éventuelle de nouveaux DME.

La préservation d'une essence peut aller jusqu'à l'interdiction de son exploitation.

La rotation doit rester réaliste pour l'exploitant. Elle sera comprise **entre 25 et 35 ans**.

Les effets respectifs de la remontée des DME ou du rallongement de la rotation sur le pourcentage de reconstitution est difficile à déterminer dans l'absolu car il sont très dépendants de la structure diamétrique de chaque essence dans chaque forêt. Un rallongement de la durée de rotation peut permettre de ne pas augmenter certains DME mais implique une diminution des assiettes de coupe exploitables annuellement. Une remontée des DME rend un

certain nombre de tiges inexploitable dans le prochain passage en coupe (ils pourront être exploités lors du passage suivant). C'est un choix fait en concertation avec l'exploitant.

Dans les deux cas, il peut exister des paliers de remontée de pourcentage de reconstitution, faisant gagner d'un coup plusieurs dizaines de pour cents de reconstitution.

Autrement dit, les deux paramètres « remontée de DME » ou « augmentation de la rotation » peuvent être utilisés, mais chaque fois l'**implication financière devra être soigneusement évaluée** sans pour autant entrer dans le jeu de certains industriels pour qui la seule préoccupation est de rentabiliser une nouvelle usine en quelques années sans aucun souci de la pérennité de la forêt. **C'est toujours la gestion de la forêt qui sera l'argument final.**

4.2.5. Utilisation d'un coefficient de commercialisation dans le calcul des DME ?

En réalité, toutes les tiges de diamètre exploitable ne seront pas exploitées car un nombre important d'entre elles ne sont pas de qualité intéressante.

Faut-il alors raisonner avec un pourcentage de tiges exploitées et ajouter le reste des tiges non exploitées au stock « reconstitué » ?

C'est difficile car si les tiges n'ont pas été jugées bonnes à exploiter, c'est qu'elles peuvent présenter des défauts rédhibitoires même une rotation après, mais en même temps les marchés peuvent varier énormément dans le temps.

Le raisonnement est alors fait toutes qualités confondues car d'une part la proportion de tiges réellement exploitées dépend de l'exploitant et d'autre part, il y a une proportion supposée équivalente de ces tiges de qualité médiocre parmi les tiges en dessous du DME. Vu que nous travaillons en pourcentage, les qualités n'interviendront donc pas dans le résultat.

On part donc systématiquement du nombre de tiges de diamètre supérieur au DME, que l'on cherche à reconstituer du mieux possible.

On peut se demander ce calcul de reconstitution cela ne va pas pénaliser l'exploitant qui exploite peu ; il faudra alors reconstituer un peuplement plus important la fois suivante (c'est à dire après la seconde rotation). En 2004, avec la mise en place de l'usine de la CAMIF (PEA 174), chaque PEA sera doté une scierie.

Exploiter « peu » avec un outil industriel est alors difficilement imaginable dans le cadre d'une essence. Un exploitant ne va pas laisser volontairement des bois de qualité exploitable sur pied, sauf s'il travaille mal. A ce moment, il n'aura qu'à s'en prendre qu'à lui même. Un faible prélèvement se définira alors plutôt comme une question de *nombre* d'essences exploitées, sans influence sur les DME par essence et la rotation. De plus, ça fera plus de bois la seconde rotation, la forêt ne s'en portera que mieux, tant que la durée de la première rotation est respectée.

Les qualités n'interviendront que lors de la présentation des effectifs et des volumes exploitables dans le plan d'aménagement *après* la détermination des DME.

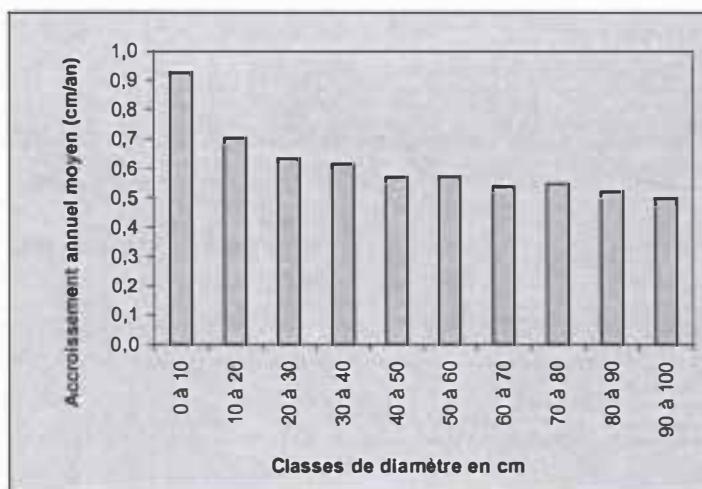
En final, il ne faut pas oublier que ces calculs de reconstitution n'impliqueront pas de manière obligatoire une remontée des DME. Une part de jugement est laissée à l'aménagiste via les autres paramètres étudiés dans ce chapitre.

4.2.6. Quels accroissements prendre en compte ?

On ne prend en compte que les essences exploitées couramment pour lesquelles il existe des données fiables sur les accroissements diamétriques¹⁶ (Cf. annexe 2 et tableau 6a).

Ces accroissements sont considérés comme constants pour les 3 ou 4 classes de diamètre en dessous du DME actuel au vu des valeurs issues de l'analyse de cerne (technique la plus fiable). A titre d'illustration, les accroissements moyens par classe de diamètre de 42 Iroko étudiés par le projet PARPAF¹⁷ sont présentés en figure 8.

Figure 8 : Accroissements diamétriques par classe de diamètre de 42 Iroko



¹⁶ DURRIEU de MADRON *et al.* 2000 b

¹⁷ DURRIEU de MADRON L. : Accroissements diamétriques de l'Iroko et du Bété en forêt centrafricaine. Soumis à *Bois et Forêts des Tropiques*.

Tableau 6a : Essences dont les accroissements sont connus de manière fiable

Essence	Accroissement diamétrique en mm/an	Essence	Accroissement diamétrique en mm/an
Aniégré	6,5	Fraké/Limba	10
Ayous	10	Iroko	5,5
Bété	5	Kossipo	5
Bossé clair	3	Sapelli	5
Dibétou	5	Sipo	5
Doussié Pachyloba	6	Tali	6

D'autres accroissements demandent à être confirmés, si possible par des analyses de cernes. Les valeurs à confirmer sont présentées dans le tableau 6b. Ces valeurs sont très probablement sous estimées. La valeur pour l' Aniégéré sont à confirmer car l'annualité des cernes n'est pas encore prouvée (un test est en cours).

Tableau 6b : Essences dont les accroissements doivent être confirmés par des analyses de cernes

Essence	Accroissement diamétrique en mm/an
Bossé clair	3
Kotibé	3
Longhi	4

Les autres accroissements ne peuvent être déterminés, même en tentant une régression entre les accroissements ci dessus et la densité des bois séchés à 12 % d'humidité, la densité du bois vert, telles que citées dans l'Atlas des bois tropicaux concernant les bois africains ou bien la dureté Monnin, la contrainte de rupture en compression parallèle, la contrainte de rupture en flexion statique, le Module d'Young¹⁸.

En effet, la meilleure régression est obtenue avec la densité du bois vert, avec un coefficient de détermination R^2 de 0,47, ce qui est moyen, mais deux essences présentant la même densité en bois vert ont des accroissements respectifs de 4 et 10 mm/an (Fraké et Acajou).

On peut seulement estimer que l'accroissement diamétrique du Kotibé pour des arbres bénéficiant de bonnes conditions tout au long de leur vie, est proche de 5 mm par an.

¹⁸ GERARD *et al.* 1998

Pour les essences dont l'accroissement n'est pas encore déterminé par la recherche, un accroissement par défaut sera pris, accroissement élevé pour ne pas pénaliser l'exploitant forestier mais permettant au moins de tester que même avec cet accroissement élevé, les structures diamétriques des essences considérées ne génèrent pas de « crise » pour leur exploitation future.

Il ne semble pas systématiquement possible de prendre par défaut deux valeurs d'accroissement différentes pour les bois « rouges » et les bois « blancs » car la distinction entre bois rouge et bois blanc est parfois délicate pour certaines essences, comme par exemple l'Aniégré.

Un accroissement par défaut de **0,5 cm par an sur le diamètre** sera donc utilisé pour la plupart des essences. Un accroissement de 1 cm par an sera pris pour quelques essences pionnières avérées (Cf. § 4.1.) comme par exemple l'Essessang (*Ricinodendron heudelotii*) et même 2 cm pour le Fromager (*Ceiba pentandra*)¹⁹.

4.2.7. Mortalité des arbres

Dans le paragraphe 4.2.4. intervient la mortalité. Selon les données disponibles²⁰, la mortalité dans une forêt dense tourne autour des 1 %.

La mortalité par classe de diamètre et par essence n'est pas encore disponible. Seules des données pour quelques essences tous diamètres confondus existent, issues des dispositifs de Côte d'Ivoire (Cf. tab. 7²¹), mais le nombre d'essences ainsi disponible reste faible. On peut obtenir des résultats par classe de diamètre mais seulement pour des regroupements d'essences commerciales. Seuls les résultats du dispositif de Mopri, en forêt semi décidue, montrent une différence significative par classe de diamètre. La mortalité est alors de 1,3 % pour les tiges de 30 à 60 cm de diamètre et de 2 % pour les tiges de plus de 60 cm de diamètre.

A Berbérati, sur un an de relevé de 2070 arbres de plus de 40 cm de diamètre appartenant à 22 essences commerciales (données PARPAF non publiées), 0,6 % des arbres sont morts.

Ainsi, étant donné la grande variabilité des valeurs obtenues et faute de valeurs par essence et par classe de diamètre, on prendra un taux de mortalité constant par classe de diamètre de 1 %. Si de nouvelles études fournissent plus de précisions, leurs résultats seront utilisés.

¹⁹ En Côte d'Ivoire et donc sûrement dans d'autres pays, les accroissements diamétriques des fromagers peuvent atteindre 5 cm par an.

²⁰ DURRIEU de MADRON 1994

²¹ DURRIEU de MADRON *et al.* 1998a et 1998b



Tab. 7 : Taux de mortalité, pour quelques essences sur 14 ans
sur les dispositifs de Mopri et d'Irobo (RCI)

Essence	Type de forêt	Taux de mortalité annuel en %
Acajou	Semi décidue	0,57
Ayous	Semi décidue	0,75
Bossé clair	Semi décidue	1,90
Kotibé	Semi décidue	0,51
Lati	Humide sempervirente	0,27
Longhi	Semi décidue	2,38
Ohia	Semi décidue	0,35

4.2.8. Décréter un pourcentage de reconstitution seuil ?

Faut-il décréter un seuil de reconstitution en dessous duquel le DME doit être remonté ?

Ceci est délicat car comment justifier de tel ou tel seuil ? De plus, il faut rester souple par rapport aux exigences économiques de l'exploitation forestière. En outre, comme dit précédemment pour l'exclusion éventuelle d'essences de l'exploitation, une essence peut s'être régénérée à un moment donné de l'histoire de la forêt et ensuite, les conditions ayant changé, ne plus se régénérer. Elle pourra alors disparaître de la forêt. Il s'agit d'être sûr que cette disparition ne soit pas le fait de l'exploitant mais il ne faudra pas forcément se focaliser sur un pourcentage de reconstitution faible pour une essence pionnière par exemple.

Les structures diamétriques de l'inventaire du PARN (cf. figure 1) servent d'illustration pour étudier les différents paramètres sur des structures diamétriques en condition réelles. Cela constituera une forêt « neutre » choisie pour ne pas générer de précédent centrafricain utilisable dans un sens ou un autre par de futurs exploitants titulaires de PEA à aménager. Seules quelques essences dont on connaît l'accroissement ont été choisies.

Essai de reconstitution du nombre de tiges exploitables avec mise en place d'un seuil

On recherche tout d'abord un seuil de reconstitution de 50 % des effectifs exploitables.

Résultats du calcul de rotation avec un seuil de 50 %

En prenant cette UFA comme exemple, les DME calculés sont les suivants, avec un seuil de reconstitution minimum de 50 % du nombre de tiges initialement exploitables. Nous avons cherché à obtenir ce seuil avec une rotation de 25 ans (Cf. tab. 8a et b). On a considéré que les 46 % du Fraké et les 47 % du Tali pour une rotation de 25 ans étaient suffisamment proches de 50 % pour ne pas justifier une nouvelle remontée des DME.

Les pourcentages de reconstitution, une fois les DME fixés, sont présentés pour des rotations de 25, 30, 35 et 40 ans. Les reconstitutions supérieures à 50 % sont en rouge. Seules deux essences sur les huit testées atteignent ce pourcentage avec les DME actuels « administratifs » centrafricains.

*Tab. 8a : Pourcentages de reconstitution, pour quatre rotations testées :
situation initiale avec les DME administratifs*

Essence	DME (cm) en RCA	Différentes rotations testées			
		25ans	30ans	35ans	40ans
Tiama	80	46%	54%	62%	69%
Sapelli	80	19%	21%	24%	26%
Kossipo	80	21%	24%	27%	29%
Sipo	80	15%	17%	18%	20%
Iroko	70	23%	27%	31%	35%
Aniégré	70	65%	79%	93%	107%
Bété	40	31%	37%	42%	47%
Ayous	50	17%	19%	21%	22%

Tab. 8b : Pourcentages de reconstitution et DME calculés pour quatre rotations testées pour obtenir au moins 50 % de reconstitution des effectifs exploitables initialement

Essence	DME (cm) « Aménagement »	Différentes rotations testées			
		25ans	30ans	35ans	40ans
Tiama	80	46%	54%	62%	69%
Sapelli	120	38%	46%	53%	59%
Kossipo	120	21%	24%	27%	29%
Sipo	120	26%	30%	34%	37%
Iroko	100	42%	48%	54%	59%
Aniégré	70	65%	79%	93%	107%
Bété	50	44%	52%	58%	65%
Ayous	100	43%	47%	49%	49%

En italique : DME « remontés » et reconstitution correspondante

Il est rare d'obtenir un pourcentage d'exactement 50 %. Les pourcentages observés peuvent largement dépasser ce seuil dès le premier calcul sans remontée du DME. Tous les pourcentages de reconstitution augmentent de pair avec la rotation pour les essences testées. D'autres, au contraire stagnent à partir d'un certain temps (Ayous...). Cela dépend de la vitesse de croissance de l'essence et de sa structure diamétrique.

Trois essences, malgré une remontée des DME, jusqu'à 120 n'atteignent jamais 50 % de reconstitution en nombre de tiges exploitables. Tester un DME supérieur revient à quasiment interdire de fait l'exploitation de l'essence.

La comparaison des tableaux 8a et 8b montre que la remontée des DME est efficace pour certaines essences et c'est le rallongement de la rotation qui est efficace pour d'autres.

Si on cherche à obtenir 100 % de reconstitution du nombre de tiges initialement exploitables, seul l'Aniégré avec un DME de 90 et une rotation de 30 ans peut l'atteindre, ainsi que le Bété à 60 cm en 35 ans ou 70 cm en 25 ans. Les autres essences testées ne peuvent être reconstituées à 100 % même en remontant leur DME très fortement.

Essai de reconstitution en volume

La reconstitution en volume a été calculée (Cf. tab. 10) en partant du nombre de tiges reconstituées par classe de diamètre auxquelles on a appliqué un tarif de cubage. Le seuil appliqué était toujours le même : une reconstitution de plus de 50 % du nombre de tiges. (Cf. tab. 9).

Tab. 10 : Pourcentages de reconstitution en volume des essences retenues en partant des pourcentages de reconstitution en nombre de tiges, pour des rotations de 25 et de 30 ans

Essences	DME (cm)	Rotation (années)			
		25	30	25	30
		En effectifs		En volume	
Ayous	100	43%	47%	31%	36%
Kossipo	120	21%	24%	18%	23%
Sapelli	120	38%	46%	33%	40%
Sipo	120	26%	30%	27%	24%

La reconstitution en nombre de tiges est légèrement moins exigeante par rapport à la reconstitution en volume, ce qui est normal car un gros arbre ne compte que pour une tige mais a un fort volume. Il est important de calculer également la reconstitution en volume car cela est plus parlant pour l'exploitant, du point de vue financier.

Utilisation d'un « bonus » ?

Doit-on chercher à reconstituer l'ensemble des tiges exploitables ($\varnothing > \text{DME}$) ou en excluant de celles-ci les très gros diamètres qui représentent une accumulation de volume depuis des siècles et qui ne seront de toute façon jamais reconstituées au cours d'une rotation ? La deuxième solution est nettement plus conforme à la situation de terrain.

La limite retenue au Cameroun pour exclure les très grosses tiges exploitables du calcul de reconstitution est de 40 cm au dessus du DME administratif. Ces tiges de diamètre supérieur au $\text{DME}_{\text{adm}} + x$ cm constituent ce qu'on a appelé un « bonus ». En première rotation l'exploitant forestier profitera de ce bonus, mais au cours de la deuxième rotation, ces grosses tiges auront disparues pour les essences exploitées.

L'un emploi de bonus se justifie dans le cas d'une forêt en première exploitation. Mais dans le cas d'une forêt déjà exploitée, son emploi semble a priori inutile, les grosses tiges ayant déjà été exploitées. Cependant si une essence n'a pas été exploitée lors du premier passage en exploitation, de grosses tiges très âgées sont présentes en forêt et il est donc nécessaire d'utiliser un bonus pour cette essence. Il est donc plus simple de maintenir le bonus systématiquement.

Cependant, raisonner en nombre de tiges permet déjà de minimiser l'influence des gros arbres, car un très gros arbre a un fort volume mais ne représente qu'une seule tige exploitable.

Les volumes et les effectifs fournissent tous deux des informations intéressantes. On calculera donc une reconstitution en effectif **puis une fois les DME et la rotation fixés** la reconstitution en volume sera calculée avec un bonus glissant de **30 cm**. En effet, l'emploi d'un bonus non pas fixe de 40 cm au dessus du DME administratif mais fixe par rapport au DME *aménagement* serait plus approprié. C'est à dire qu'il faudrait que l'intervalle de diamètre correspondant au bonus se décale à chaque nouveau calcul de DME. Une valeur de 30 cm correspondant à 30 ans multiplié par un accroissement maximal de 1 cm par an sur le diamètre, soit la croissance des essences dans le temps de la rotation, paraît plus adapté pour ne pas prendre en compte le capital accumulé sur pied depuis des siècles.

Les reconstitutions en volumes seront considérées à **titre indicatif**, notamment si les tarifs de cubage décrivent bien les grosses tiges des différentes essences.

En effectif, on **essaiera** fortement d'atteindre un seuil de reconstitution minimum de **50 %**. Pour des forêts déjà fortement exploitées, ou pour des forêts passant en deuxième rotation, ce seuil deviendra **impératif**.

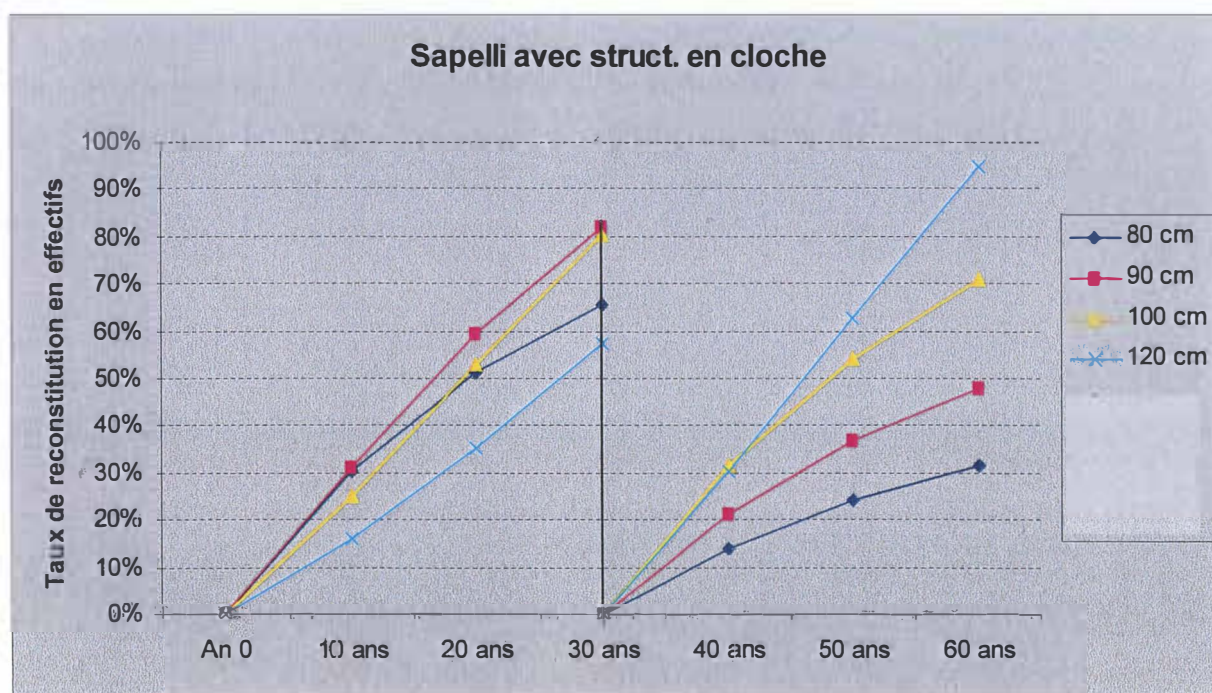
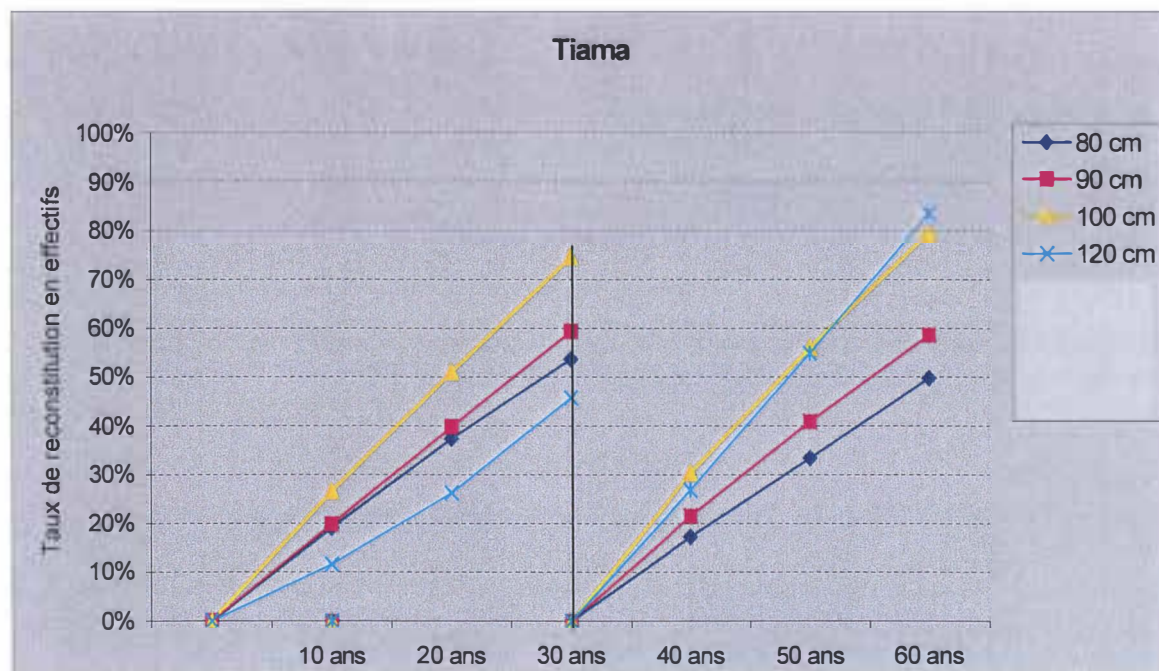
Gardons à l'esprit que ce calcul de reconstitution n'est qu'un des aspects de la détermination des DME et de la rotation (*cf.* fig. 3).

4.2.9. Faire une simulation sur une deuxième rotation ?

Si on arrive à une bonne reconstitution lors de la première rotation, ce n'est pas forcément le cas lors de la deuxième rotation. Même s'il est hasardeux de raisonner avec les hypothèses que l'on a faites (accroissements, mortalité, dégâts d'exploitation...), il peut être intéressant de voir ce qui se passe lors de la rotation suivante, à titre indicatif.

Il n'est pas possible de modéliser la reconstitution du peuplement à long terme pour des essences à croissance rapide et au DME administratif bas comme par exemple l'Ayous, mais la modélisation d'essences à croissance plus lente et au DME avoisinant les 80 cm est possible telles que le Sapelli ou le Tiama. La structure du Tiama fournie par le PARN a été utilisée. La structure diamétrique du Fraké a été utilisée à la place de celle du Sapelli, comme si ce dernier présentait une structure en cloche comme c'est le cas dans le PEA 163. On a fait évoluer alors les deux types de structures de 10 ans en 10 ans, pendant 60 ans ; avec deux exploitations : une en l'an 0 et une 30 ans après (Cf. fig. 10).

Fig. 10 : Evolution des pourcentages de reconstitution des effectifs sur deux rotations de 30 ans d'une espèce à structure de type I (le Tiamia) et de type II (Sapelli)



Ces modélisations sont basées sur l'hypothèse d'une régénération constante dans le temps : on considère que les effectifs de la classe de diamètre de 30 à 40 cm sont renouvelés automatiquement.

Dans cet exemple, on peut voir que pour l'espèce de type 1 considérée (structure proche d'une exponentielle décroissante) ;

- Avec un DME de 80 cm on a une reconstitution de plus de 50 % à 30 ans puis plus de 80 % à 60 ans ;
- Avec un DME de 90 cm on a une reconstitution de plus de 60 % à 30 ans et 60 ans ;
- Avec un DME de 100 cm on a une reconstitution de plus de 70 % à 30 ans et 60 ans ;
- Avec un DME de 120 cm on a une reconstitution de moins de 50 % à 30 ans mais de plus de 80 % à 60 ans ;

Dans ce cas, on peut voir que mettre un DME à 120 cm n'apporte rien. Le meilleur choix est à faire entre les trois premières solutions en fonction des autres paramètres (fructification, viabilité financière, dégâts d'exploitation...).

En ce qui concerne le type 2 (en cloche) représenté ici par le Sapelli ;

- Avec un DME de 80 cm on a une reconstitution de plus de 60 % à 30 ans puis moins de 30 % à 60 ans ;
- Avec un DME de 90 cm on a une reconstitution de plus de 80 % à 30 ans et plus de 50 % à 60 ans ;
- Avec un DME de 100 cm on a une reconstitution de plus de 80 % à 30 ans et plus de 70 % à 60 ans ;
- Avec un DME de 120 cm on a une reconstitution de plus de 50 % à 30 ans et de plus de 90 % à 60 ans ;

Dans ce cas là, le meilleur serait de choisir un DME de 100 cm pour assurer une bonne reconstitution aux deux rotations. Le DME de 80 cm amènerait une mauvaise reconstitution en deuxième rotation.

4.2.10. Utiliser un accroissement de la forêt post exploitation ?

Existe il un accroissement naturel de la forêt ? Imaginons une savane qui se fait coloniser par la forêt. En premier lieu, des essences pionnières vont s'installer, puis des essences moins exigeantes en lumière et enfin des essences tolérantes à l'ombre, à croissance plus lente. La régénération des essences héliophiles ne sera plus possible sauf dans des trouées créées par la chute de gros arbres. La forêt a alors vieilli et la surface terrière par hectare est stable. Ainsi une vieille forêt primaire voit-elle sa mortalité naturelle compenser son accroissement général. Les surfaces terrières de ces vieilles forêts varient autour de 30 à 45 m² par ha, sans prendre en compte certaines forêts exceptionnelles. Une fois ces valeurs atteintes, ces surfaces terrières n'augmentent plus.

Cette surface occupée par les troncs correspond à la capacité maximale du « biovolume » forestier à accueillir des arbres. En effet, la hauteur dominante des arbres étant liée à la richesse du sol, les arbres ne dépasseront pas une certaine hauteur. Ensuite, il ne gagneront qu'en diamètre. Plus le peuplement vieillit, plus le volume de bois se concentre sur un nombre restreint de tiges.

Les trouées dans la canopée créées par la chute d'arbres ou leur mort sur pied permet le recommencement du processus par l'installation de semis plus ou moins héliophiles en fonction de la taille de la trouée créée et permet également la croissance des jeunes tiges préexistantes. On a ainsi ce qu'on appelle une « mosaïque forestière » de quelques centaines de mètres carrés à plus d'un hectare : des portions en régénération plus ou moins avancées imbriquées dans des portions de forêt adulte. Cette mosaïque se superpose à l'histoire générale de la forêt et son aspect (forêt secondarisée, primaire, exploitée...).

L'exploitation d'un arbre a le même effet que la chute naturelle de celui ci, mais l'exploitation par le parcours de la forêt crée une multitude de trouées quasi simultanées, voire jointives. Elle est donc beaucoup plus perturbatrice que la mortalité naturelle, intensité de perturbation liée à l'intensité de l'exploitation.

Plus l'exploitation forestière est forte, plus elle va agir par l'ouverture du couvert sur la régénération et la croissance des arbres restants après exploitation. Mais d'autre part, plus elle est forte, plus elle est destructrice sur le peuplement résiduel limitant ainsi le potentiel de reconstitution des tiges de petit et de moyen diamètre.

Les dispositifs d'étude du CIRAD ont montré que dans une forêt exploitée, la mortalité augmente pendant quelques années après l'exploitation (les arbres blessés finissent de mourir et d'autres arbres déstabilisés tombent). Le biovolume libéré est ensuite comblé. On a donc une plus forte croissance du peuplement provoquée par la reprise de croissance d'arbres qui se trouvent subitement avec de la place et de la lumière. La mortalité ne compense alors plus l'accroissement général du peuplement. Ce surcroît de croissance va durer une quinzaine d'années au vu des résultats des dispositifs de Côte d'Ivoire. Cet effet n'est valable que pour une très forte exploitation, prélevant plus de 40 m³ à l'hectare. Ce sont essentiellement les petites et les tiges de diamètre moyen qui en profitent. Les tiges déjà dominantes ne voient pas leur statut changer.



Si un aménagement de la forêt est élaboré à un instant T, dans les dernières assiettes de coupe, l'exploitation passera plus de 20 ans après l'élaboration du plan d'aménagement. Le volume exploitable a donc pu augmenter. Mais si cet accroissement est probable pour les forêts déjà fortement exploitées, l'accroissement des arbres est compensé par la mortalité des arbres dans les autres forêts vierges ou faiblement exploitées. En outre, ne pas considérer d'accroissement naturel de la forêt permettra d'avoir une sécurité et d'augmenter la probabilité de trouver des volumes par hectare concordants avec ceux annoncés dans le plan d'aménagement et donc de se donner une marge de sécurité supplémentaire.

Ainsi, aucun accroissement du volume exploitable ne sera appliqué pendant le plan d'aménagement avant l'exploitation dans le cas d'une forêt vierge ou d'une forêt faiblement ou moyennement exploitée. Seul un accroissement pourra être appliqué dans le cas d'une forêt fortement exploitée ou après plusieurs repasses, accroissement appliqué pendant 15 ans.

Cet accroissement sera de l'ordre de 2 % du volume par an²² à appliquer par période de 5 ans (correspondant à la division de la forêt en blocs quinquennaux).

4.2.11. Nombre maximum de tiges exploitables par hectare

L'exploitation en forêt naturelle prélève en moyenne 1 arbre par ha. Il importe d'un côté d'augmenter ce nombre pour mieux rentabiliser l'exploitation et éviter qu'elle ne soit trop consommatrice de surface de forêt. D'un autre côté, ce nombre ne doit pas dépasser un certain seuil au-delà duquel les dégâts d'exploitation sur la forêt deviendraient trop importants.

D'après les observations réalisées en forêt (dispositif de M'baïki, placettes ECOFAC²³), la limitation du nombre de tiges à exploiter par hectare est de **trois** pieds, soit environ 40 m³/ha. En effet, dépasser les trois tiges exploitables par hectare provoque des dégâts sur le peuplement considérables, amenant une forte ouverture du couvert et ainsi un risque accru d'installation d'adventices indésirables retardant la régénération et accroissant les risques d'incendie. La taille maximale de trouée souhaitée semble être de 1300 m² amenant un nombre important d'espèces régénérées²⁴. Mais une tentative pour limiter la taille des trouées en interdisant d'abattre deux arbres à moins de 30 m l'un de l'autre n'a pas donné de bon résultats : les houppiers de deux arbres éloignés les uns des autres peuvent tomber l'un vers l'autre et créer une grande trouée. Seule une évaluation de la direction de chute par les abatteurs afin d'éviter la création de grandes trouées serait efficace mais cette mesure est inapplicable sur le terrain.

De plus, les dégâts sur le peuplement existant deviennent également très importants.

²² Au vu des résultats du dispositif de Mbaïki où avec une exploitation de 4 arbres par ha soit 66 m³/ha, l'accroissement moyen en volume des 40 premières essences commerciales était de 2,9 % par an sur 8 ans (Cf. et al. 1998)

²³ DURRIEU et al. 1999

²⁴ BONGJOH ALAISAHMBOM et al. 1998

Pour être réaliste du point de vue du contrôle par les agents du ministère chargé des forêts, ce nombre d'arbres exploitables limite doit être associé à une surface de référence soit par exemple 750 arbres par carré de 250 hectares (carré à définir en rapport avec les techniques d'exploitation de l'entreprise forestière). Cette technique nécessite des contrôles sur le terrain accrus et pas forcément compatibles avec les possibilités logistiques et de personnel du service forestier. Mais cela peut facilement être contrôlé via un inventaire d'exploitation précis et produisant des cartes détaillées.

Une autre possibilité est d'agir via le DME, c'est à dire de vérifier que les nombre de tiges déclarées exploitables par les DME aménagement génèrent un nombre de tiges exploitables qui n'est pas supérieur à la limite fixée, dans le cadre des essences qui seront réellement exploitées.

Dans les deux cas, l'adéquation entre DME et nombre limite autorisé de tiges exploitables par hectare doit être vérifiée.

4.2.12. Récapitulatif des bases de calcul de reconstitution

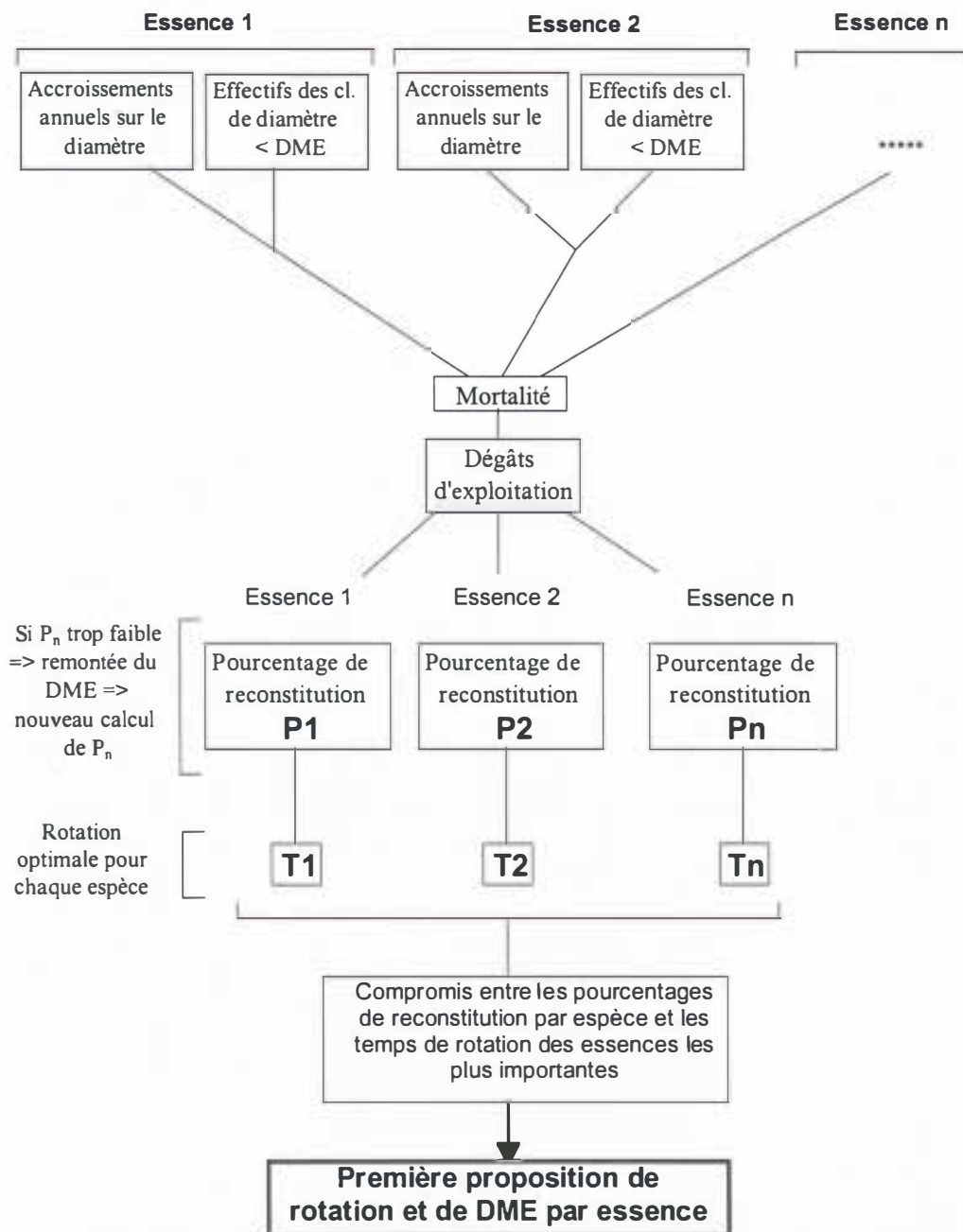
Les différents éléments de calculs utilisés dans la détermination des DME et de la rotation sont résumés dans le tableau suivant (13).

Le résumé de la méthode de pré calcul de ces DME et de la rotation est présenté dans la figure 11.

Tab. 13 : Récapitulatif des bases de calcul de reconstitution

Elément de calcul	Choix fait
Mortalité	1 %
Dégâts d'exploitation	10 % initialement puis nouveau calcul itératif en fonction du nombre de tiges prévu à l'abattage.
Essences considérées	Toutes celles qui seront exploitées.
Essences écartées du calcul ?	Essences présentant moins de 0,1 tiges par ha.
Application d'un accroissement naturel de la forêt avant exploitation	Non Sauf pour les forêts déjà fortement exploitées. Un accroissement de 2% annuel en volume est alors appliqué pendant 15 ans par période de 5 ans.
Recrutement dans la classe de diamètre 20 à 30 cm	Effectifs complétés automatiquement sauf contre-indication issu de l'étude du sous échantillonnage.
Utilisation d'un bonus ?	Oui, glissant par rapport au DME « administratif » lors du premier calcul puis éventuellement par rapport au DME « aménagement » lors des calculs ultérieurs. Il est fixé à DME _x plus 30 cm.
Pourcentage de reconstitution voulu	Pas de seuil catégorique, mais un raisonnement à vue couplé avec les autres paramètres écologiques et économiques. Un seuil de 50 % en nombre de tiges exploitables est cependant fortement souhaité. Un seuil de 75 % devient impératif pour les forêts fortement exploitées
Accroissements	D'après littérature (Cf. annexe 2). Pas de régression en fonction de la densité du bois.
Accroissement par défaut pour les essences peu connues	Oui, valeur de 0,5 cm/an sauf pour quelques essences pionnières avérées telles que l'Essessang ou le Fromager
Reconstitution en effectif ou en volume ?	On considère les deux à titre indicatif, si les tarifs de cubage décrivent bien les grosses tiges des différentes essences
Nombre maximum de tiges exploitables par ha	3 arbres maximum par hectare sur une surface de référence d'au moins 100 hectares basée sur le carroyage d'inventaire d'exploitation
Application d'un coefficient de commercialisation lors du calcul des DME ?	Non (trop variable dans le temps)

Fig. 11 : Résumé du raisonnement pour une première détermination des Diamètres Minimum d'Exploitabilité et la rotation



Il existe des points faibles dans le calcul de pourcentages de reconstitution présenté ci-dessus :

- Il est extrêmement difficile de “prédire” les deuxièmes ou troisièmes récoltes futures car elles sont très dépendantes de l’exploitation qui sera déjà faite. En outre, les hypothèses de mortalité et de régénération peuvent s’écarter de la réalité de plus en plus fortement avec le temps.
- La réaction à long terme de ces essences est inconnue ; il est possible qu’une forte régénération soit induite par l’ouverture du peuplement due à l’exploitation forestière. Mais une telle régénération peut très bien ne pas se produire et l’espèce sera alors en voie de quasi-disparition dans la forêt gérée. Le mode de pré calcul de la rotation permet au moins de laisser suffisamment de semenciers pour permettre une régénération, si elle est possible, mais cela ne peut garantir en soi, à long terme, la pérennité de la ressource pour des essences dont la régénération actuelle est faible.

La gestion de ces peuplements doit donc être faite en fixant des diamètres minimums d'exploitation et un temps de rotation qui permettent d'obtenir un pourcentage de reconstitution de tiges exploitable « acceptable » au moins supérieur à 50 %, sans que cela ne devienne une règle rigide. Ceci sera variable par essence. On pourra être plus exigeant pour les bois rouges sachant qu’une ouverture du peuplement amène souvent un changement de composition floristique avec un enrichissement en bois blancs.

La récolte sera alors probablement correcte sur deux ou trois rotations mais la structure diamétrique en cloche de certaines essences fait que, sans régénération abondante de ces espèces lors de l'ouverture du peuplement provoquée par la première exploitation, elles ne reconstitueront jamais leurs effectifs actuels. Gardons simplement à l'esprit que le marché des bois évolue constamment *et que dans quelques années voire décennies, les exploitants pourront commercialiser d'autres essences.*

Le pourcentage de reconstitution donne une première estimation des DME qu’il faudrait fixer en considérant la pérennité biologique de la production forestière. Ensuite cette première estimation va être analysée sous d’autres aspects pour vérifier sa viabilité économique et ses impacts du point de vue des dégâts sur le peuplement et .point de vue de la fructification et de la régénération.

4.3. Viabilité économique de la remontée des DME

L’analyse des conséquences économiques du relèvement du DME d’une espèce donnée doit être faite. Les arbres exploitables laissés sur pied représentent une perte pour l’exploitant au cours de la première rotation. Il s’agit alors d’établir un bilan économique qui permettrait d’évaluer l’impact d’un éventuel relèvement du DME d’une essence donnée importante pour l’exploitant forestier. Seule une étude économique conduite en liaison étroite avec l’opérateur peut apporter les éléments d’appréciation chiffrés nécessaires à cette évaluation.

Le relevé du DME d'une essence de 80 à 100 cm (exemple) aboutirait à une diminution des recettes de l'entreprise, toutes choses égales par ailleurs. D'un autre côté, la diminution de l'effort d'exploitation sur le Sapelli devrait conduire à une diminution des coûts d'exploitation. Quel sera le rapport entre la diminution des coûts et la baisse des recettes est la question à laquelle doit répondre le calcul économique, dans la stricte logique de l'analyse coûts-bénéfices. Précisons que, au moins dans un premier temps, cette analyse coûts-bénéfices doit être menée en supposant que 'toutes choses restent égales par ailleurs'.

En ce qui concerne les grumes, le manque à gagner correspondra au volume potentiellement commercialisable par exemple pour les billes de Sapelli entre 80 et 99 cm multiplié par une estimation d'un prix FOB moyen, celui-ci pouvant être une moyenne actualisée des cours sur les 10 dernières années dans cette classe de diamètre et avec une pondération suivant les qualités inventoriées sur le PEA.

On doit ainsi connaître l'utilisation des grumes par classe de diamètre et leur rendement usine ou leur prix de vente « grume » ainsi que la proportion des différentes qualités pour la ou les classe(s) de diamètre en jeu.

Après ce calcul, on doit ainsi *essayer* de faire en sorte que le solde entre le volume perdu par la remontée des DME et le volume reconstitué gagné après rotation soit positif. Il faut cependant garder à l'esprit que si le calcul de reconstitution sert à étaler la récolte sur plusieurs rotations de manière à pérenniser les recettes financières de l'entreprise et les retombées socio-économiques sur les populations locales sur plusieurs rotations, il sert aussi à maintenir un taux de régénération minimum.

Les DME calculés précédemment devront donc subir ce test. Si un solde négatif est trouvé, la remontée du DME est re-étudiée, mais la remontée de DME n'est pas forcément annulée !

Si il s'avère que la remontée du DME proposée génère un coût trop important pour l'entreprise, cette remontée sera re-envisagée avec l'exploitant forestier. Il faut cependant mettre en parallèle l'aménagement forestier et les améliorations de techniques d'exploitation qui vont être apportées par une meilleure planification dans l'avenir au niveau du stock exploitable, de l'ouverture des routes, de l'optimisation du tracé de pistes et de l'amélioration des techniques d'inventaire d'exploitation...

Il se pourra en outre que les remontées des DME proposées ne gênent pas l'exploitant, ce dernier n'ayant pas de marché pour vendre ces grumes ou celles ci induisant des rendements trop faibles en usine.

Considérant toujours les résultats de l'UFA 10-046, pour l'exemple précédent (remontée des DME de 80 à 100 cm), le volume de ces arbres est de 5,53 m³ par ha, soit une différence de + 0,47 m³ par ha en trente ans. On aura « perdu » du bois lors de la première rotation pour maintenir une forêt largement productive et dont la régénération sera assurée au mieux.

Le tableau suivant (14) propose les valeurs pour les DME *réellement* remontés dans cette UFA et les conséquences en terme de volume exploitable.



Tab. 14 : Comparaison entre le volume perdu par les remontées des DME proposées dans l'UFA 10-046 et le volume reconstitué gagné après rotation

Essence	DME	Volume exploitable actuel (milliers de m ³ sur l'UFA)	% reconstitué	Différence (x 1000 m ³ sur l'UFA)	Volume reconstitué	Différence (x 1000 m ³ sur l'UFA)	Solde (x 1000 m ³ sur l'UFA)
Fraké	60	892,4	28		215,5		
	70	779,4	50	-113	368,6	153	+40
Tali	50	388,4	8		13,3		
	80	219,5	53	-169	99,2	86	-83
Sipo	80	11,7	13		1,1		
	110	5,6	75	-6	4,5	3	-3
Kossipo	80	29,3	11		3,0		
	110	16,2	67	-13	8,4	5,4	-7.6

4.4. La régénération potentielle

Le relevé des jeunes tiges via l'inventaire d'aménagement permet de connaître :

- l'impact de l'exploitation sur la régénération ;
- la régénération naturelle des essences dans les milieux non perturbés.

Des réglages pourront ainsi être faits dans l'intensité de l'exploitation en cas de constatation de non régénération d'une ou plusieurs essences importantes du point de vue commercial plusieurs années après exploitation. Au contraire, on pourra remarquer une abondance de jeunes tiges qui atténuera les conclusions dues au pourcentage de reconstitution : une exploitation pourra relancer la régénération d'une espèce alors que celle ci présentait au niveau de sa structure diamétrique une lacune dans les petites classes.

Des études ponctuelles existent sur le nombre de tiges de régénération existant après exploitation ou éclaircie²⁵. Ces études montrent l'effet positif de l'ouverture du peuplement sur *toutes* les essences commerciales ou non. Mais existe t-il un seuil d'exploitation pour lequel la régénération des essences nobles sera plus importante (en limitant la taille des trouées par exemple ce qui limiterait l'installation d'essences pionnières à bois blanc moins intéressantes commercialement que les bois rouges).

²⁵ DUPUY 1998

Actuellement, à notre connaissance, aucune étude ne fait la liaison directe²⁶ entre l'intensité d'exploitation et l'effet sur la régénération. Une étude est en cours pour cela au projet ECOFAC mais il est encore trop tôt pour avoir des résultats utilisables.

4.5. Présence de porte graines en nombre suffisant

Une préconisation classique des plans d'aménagement est de laisser un semencier par essence par 10 hectare. Malheureusement, les données sur les distances de dissémination des différentes essences importantes commercialement sont trop rares. Ces dix hectares ne sont pas fondées sur des études précises et ne correspondent qu'à une mesure de prudence.

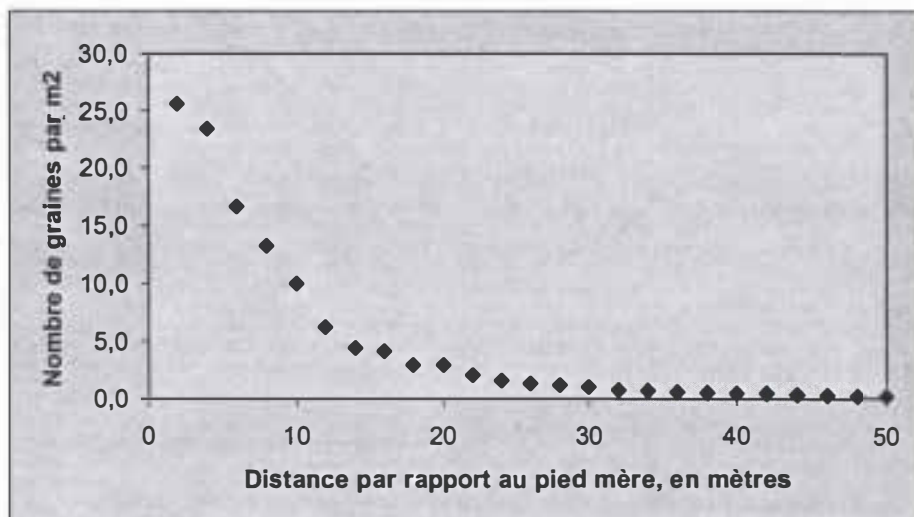
Cependant, une étude récente montre que la distance de dissémination maximum des *Entandrophragma* est de l'ordre de 50 mètres²⁷ (Cf. figure 12). En conséquence, laisser un arbre tous les 10 hectares est insuffisant car il faudrait au minimum un arbre par hectare pour que toute la surface de la forêt soit couverte par un apport de graines. Mais que fait on dans la cas où l'espèce n'est présente que par endroits ? Dans ces cas là laisser un semencier par dix hectares peut être impossible, si la distribution de l'espèce est hétérogène ? De plus, il n'existe pas forcément des semenciers de chaque espèce exploitée tous les dix hectares.

En outre, le contrôle de cette préconisation est quasiment impossible sur le terrain, les arbres porte graine pouvant être très dispersés et difficiles à retrouver sur le terrain (il faudrait même des inventaires complets mais avec quels agents ?).

²⁶ De manière statistiquement fiable, c'est à dire avec plus que deux ou trois points...ce qui permettrait de construire une courbe de régression, avec en outre des intensités d'exploitation plus réalistes par rapport aux pratiques actuelles.

²⁷ MEDJIBE 2000

Fig. 12 : Nombre moyen de graines par m² pour une distance croissante autour de trois pieds de Sapelli et deux pieds de Tiama



Dans le plan d'aménagement de SESAM I, le nombre *minimum* de porte graines à laisser sur le terrain préconisé est de une tige sur dix, ce qui ne pénaliserait pas l'exploitant puisque déjà dans sa pratique, il n'extraît en moyenne que 90 % des tiges exploitables. Ce principe n'est quand même pas satisfaisant car par exemple laisser un Sipo sur dix pour une espèce pouvant être très rare par endroits, peut amener une raréfaction extrême de l'espèce et de plus il faut que les arbres laissés soient de diamètre supérieur du diamètre de fructification.

Il vaut donc largement mieux agir via les DME pour laisser le temps aux arbres de fructifier pendant au moins quelques années avant d'être éventuellement exploités.

Des études futures devront compléter ces mesures, notamment sur la distance de dissémination d'autres essences, mais leurs résultats ne sont pas disponibles actuellement.

5. Calcul de la possibilité et définition des assiettes de coupe

Ces deux paramètres, rotation et DME permettent de calculer un nombre de tiges exploitables qui doit rester inférieur à un seuil limite défini d'après les expérimentations de Centrafrique à 3 arbres par hectare. On définit également un volume exploitable annuel correspondant à la possibilité. Cette possibilité ne doit prendre en compte que les essences commercialisables. Si l'exploitant prélève de nouvelles essences, ce sera un bonus pour lui. Il est dangereux de baser une possibilité sur des essences dont la commercialisation est aléatoire, l'exploitant ayant alors des chances de ne pas pouvoir extraire un volume commercial suffisant par assiette de coupe annuelle et aller récolter effectivement la possibilité en ne prélevant que des essences du groupe 1, mais sans respecter les assiettes de coupe définies dans l'aménagement (cas d'U.F.A.²⁸. dans le nord Congo).

Il faut également constituer des parcelles exploitables annuellement de surface suffisante pour permettre une exploitation mécanique rentable.

La surface de la série de production (part du PEA qui doit être exploitée au cours de l'aménagement) divisée par le temps de la rotation permet de découper la série en assiettes de coupe annuelles. Une parcelle reste ouverte trois ans, afin de fournir une plus grande souplesse à l'exploitant pour extraire des essences dont la demande est fluctuante et aussi pour s'adapter aux aléas climatiques et économiques. Un des principes essentiels de cette méthode d'aménagement est qu'une fois qu'une assiette annuelle a été exploitée et fermée, il ne sera plus permis d'y revenir : *il n'y aura pas de repasse, sous aucun prétexte.*

Pour définir ces assiettes, on divise la série de production en « blocs quinquennaux » contenant un volume de bois commercial sensiblement égal (volume calculé d'après les diamètres des arbres relevés lors de l'inventaire d'aménagement) correspondant à 5 ans d'exploitation.

La précision sur le volume augmente avec la surface de la parcelle considérée. Travailler par blocs de plusieurs dizaines de milliers d'hectares permet alors d'avoir une précision suffisante par essence pour que l'exploitant n'ait pas de surprises (précision de l'ordre de 10 % pour les essences les plus représentées et par groupe d'essences).

Chacun de ces blocs est ensuite redécoupé en assiettes annuelles de coupe de *surface égale* (Cf. fig. 13), car les volumes annoncés dans ces parcelles auraient une marge d'erreur trop grande.

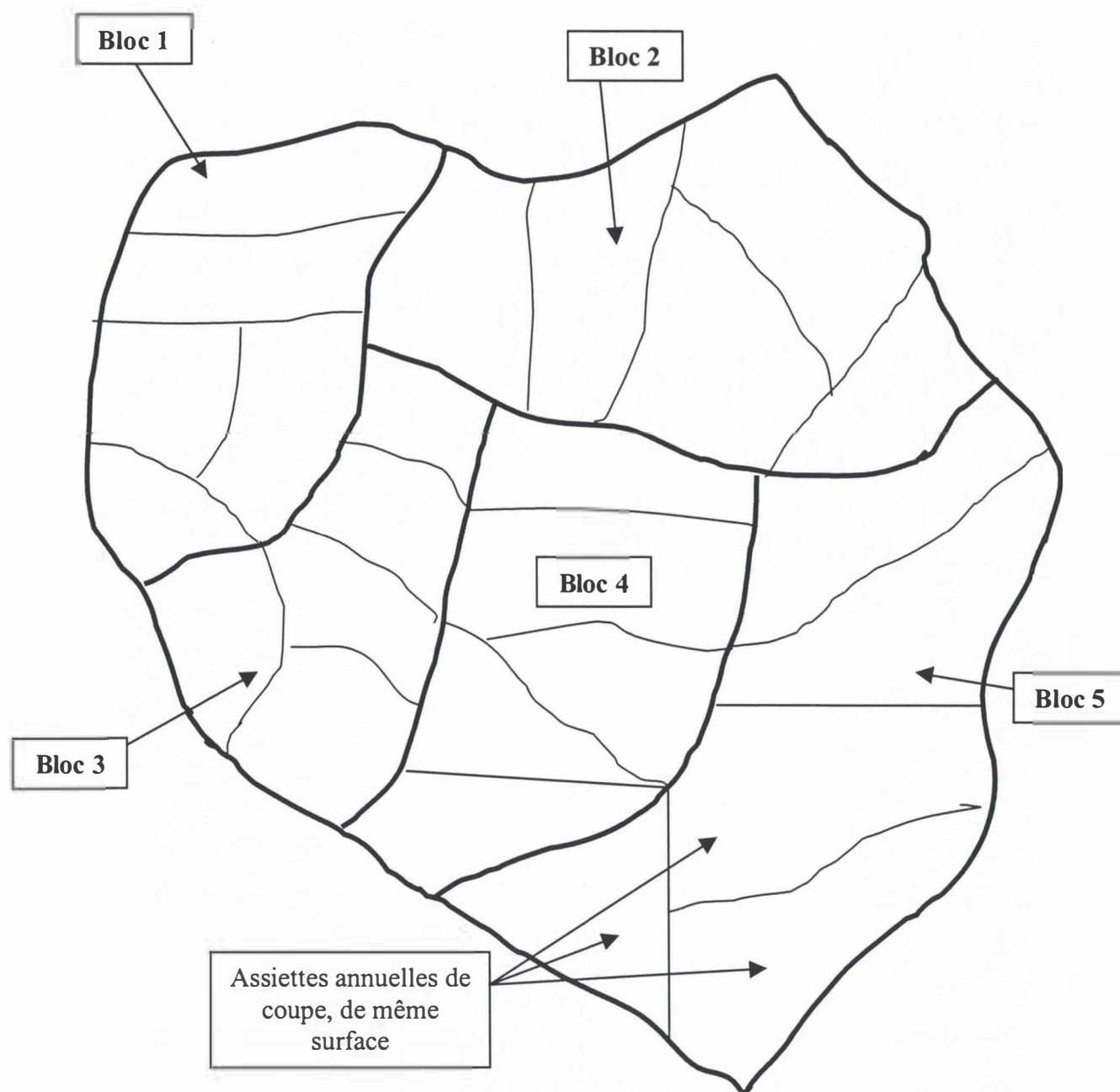
Le nombre total d'assiettes de coupe restant égal au nombre d'années de la rotation.

L'exploitant ne pourra pas avoir plus de trois parcelles ouvertes simultanément dans un bloc donné. La rotation doit être respectée coûte que coûte. L'ordre des parcelles dans un bloc n'a pas d'importance, mais l'ordre de passage des blocs doit être respecté.

²⁸ U.F.A. = Unité forestière d'aménagement

Les limites des blocs ou des assiettes annuelles de coupe seront basées autant que possible sur des limites naturelles ou des routes préexistantes.

Fig. 13 : découpage d'un PEA en blocs isovolumes et en assiettes de coupe iso-surface



Si, par exemple, la rotation est de 25 ans, on créera 5 blocs quinquennaux, eux-mêmes divisés en 5 assiettes annuelles de coupe. Pour une rotation de 30 ans, il y aura 6 blocs quinquennaux.

BIBLIOGRAPHIE



- ALEXANDRE D.Y. 1978 - Le rôle disséminateur des éléphants en forêt de Tai, Côte d'Ivoire. *La terre et la vie* 32(1) : 47-72.
- ASHTON P.S. 1964 - Ecological studies in the mixed Dipterocarp forest of Brunei state. Oxford forestry memoirs 1-74
- ASHTON P.S. 1969 - Speciation among tropical forest trees : some deductions in the light of recent evidence. *Biological journal of the Linnean society* 1 : 155-196
- AUSTIN M.P., ASHTON P.S. et GREIG SMITH P. 1972 - The application of quantitative methods to vegetation survey III. A re-examination of rain forest data from Brunei. *Journal of ecology* 60 : 305-324
- BONGJOH ALAISAHMBOM C., NSANGOU M. 1998 - Early regeneration of commercial timber species in a logged over forest of southern Cameroon. Contribution à l'atelier FORAFRI de Libreville - session 2
- BOULVERT Y. 1985 - Carte phytogéographique de la RCA. ORSTOM, France
- BEDEL F, DURRIEU de MADRON L., DUPUY B. *et al.* 1998 - Dynamique de croissance dans des peuplements exploités et éclaircis de forêt dense africaine : le dispositif de Mbaïki en République Centrafricaine (1982 - 1995). *Projet FORAFRI Document n° 1*, 72 p.
- CLARK D.B., CLARK D.A. et READ J.M. 1998 - Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rainforest. *Journal of ecology* 86 : 101-112
- DURRIEU de MADRON L. et FORNI E. 1997 - Aménagement forestier dans l'Est du Cameroun : structure du peuplement et périodicité d'exploitation. *Bois et Forêts des Tropiques*, 254 : 39-64.
- DURRIEU de MADRON L. *et al.* 1998a - Croissance et productivité en forêt dense humide : bilan des expérimentations dans le dispositif d'Irobo, Côte d'Ivoire (1978-1990). *Projet FORAFRI, document n° 2*, 69 p.
- DURRIEU de MADRON L. *et al.* 1998b - Croissance et productivité en forêt dense humide : bilan des expérimentations dans le dispositif de Mopri, Côte d'Ivoire (1978-1992). *Projet FORAFRI, Document n° 3*, 73 p.
- DURRIEU de MADRON L. 1999: 2^{ème} Mission de suivi du plan d'aménagement du PEA 169 mai - juin 1999. ECOFAC RCA 38 p.
- DURRIEU de MADRON L. - Rapport de mission d'appui en aménagement forestier. Mai 2000. *Projet Forêts et Terroirs/République du Cameroun* 42 p.
- DURRIEU de MADRON L., FONTEZ B. et DIPAPOUNDJI B. 2000a - Dégâts d'exploitation et de débardage en forêt dense centrafricaine. *Bois et Forêts des Tropiques* n° 264 : 57-60.

- DURRIEU de MADRON L., NASI R. et DETIENNE P. 2000b - Accroissements diamétriques de quelques essences en forêt dense africaine. *Bois et Forêts des Tropiques* n° 263 : 63-74.
- DURRIEU de MADRON L. 1994 - Mortalité avant et après traitement sylvicole en forêt primaire de Guyane française *Bois et Forêts des Tropiques* 239 : 43-57.
- DURRIEU de MADRON L., LUGARD G.R., DIPAPOUNDJI B. - Diamètre de fructification du Sapelli en forêt dense centrafricaine. *Canopée* n° 23 à paraître
- DURRIEU de MADRON L. - Accroissements diamétriques de l'Iroko et du Bété en forêt dense centrafricaine. Soumis à *Bois et Forêts des Tropiques*.
- DUPUY B. 1998 - Bases pour une sylviculture en forêt tropicale humide africaine. Document FORAFRI n°4 329 p.
- GERARD J. *et al.* 1998 - Synthèse sur les caractéristiques technologiques de référence des principaux bois commerciaux africains » Document FORAFRI n° 11, 184 pages.
- GROULEZ J. et WOOD P.J. 1984 - *Terminalia superba*. Monographie CTFT-CFI 85 p.
- GUNATILLEKE C., GUNATILLEKE I., PERERA G., BURSLEM D., ASHTON P. et ASHTON P.S. 1997 - Responses to nutrient addition among seedlings of 8 closely related species of *Shorea* in Sri Lanka. *Journal of ecology* 85 : 301-311
- GUNATILLEKE C., PERERA G., ASHTON P., ASHTON P.S. et GUNATILLEKE I., 1996 - Seedling growth of *Shorea* section *Doona* (Dipterocarpaceae) in soils from topographically different sites of Sinharaja rain forest in Sri Lanka. Pages 245-265 in M.D. Swaine ed. *The ecology of tropical forest seedlings*.
- FAVRICHON V. 1991 - Sur quelques relations entre la croissance des arbres et la structure du peuplement en forêt semi décidue. DEA Paris VI 40 p.
- HALL J.B. et SWAINE M.D. 1976 – Classification and ecology of closed canopy rain forest in Ghana *Journal of ecology* 64 : 913-951
- HALL J.B. et SWAINE M.D. 1981 – Distribution and ecology of vascular plants in a tropical rain forest . Dr W. Junk ed., La hague
- HALL J.B. 1998 - Is the distribution of four sympatric *Entandrophragma* species in central Africa, the result of differences in competitive ability across soil moisture and fertility gradients ? A study linking seedling performance, physiology and landscape scale edaphic variability. Research prospectus, Yale university 38 p.
- HUBBEL S.P. 1979 - Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest : *science* 203 : 1299-1309

- HUBBEL S.P. et FORSTER R.B. 1983 - Diversity of canopy trees in a neotropical rainforest and implications for conservation. Pages 25-42 in L. Sutton, T.C. Whitmore and A.C. Chadwick eds. Tropical rain forest : Ecology and management, Blackwell, Oxford.
- JAFFRE T. et DE NAMUR CH. 1983 – Evolution de la biomasse épigée au cours de la succession secondaire dans le Sud Ouest de la Cote d'Ivoire. Acta Ecologica. Oecol. Plant. 4(18) : 259 - 272
- KAHN E. 1982 – La reconstitution de la forêt tropicale humide du Sud Ouest de la Cote d'Ivoire. Mémoire ORSTOM 97. 150 p.
- LEBRUN J. et GILBERT G. 1954 – Une classification écologique des forêts du Congo. Bruxelles Belgique I.N.E.A.C. 63, 89 p.
- LEROY DEVAL J. 1967 Vie et mort des parasoliers (*Musanga cecropioides*) Bois et Forêts des tropiques 112 : 265-274
- LETOUZEY R. 1985 – Notice de la carte phytogéographique du Cameroun au 1:500 000° Institut de la carte internationale de végétation, Toulouse, France.
- MALEY (J.), 1990. - L'histoire récente de la forêt dense humide africaine : essai sur le dynamisme de quelques formations forestières. In Paysages quaternaires de l'Afrique centrale atlantique. ORSTOM pp. 367-383.
- MALEY (J.), 1992. - Mise en évidence d'une péjoration climatique entre 2500 et 2000 ans B.P. en Afrique tropicale humide. Bull. Soc. géol. France tome 163. n° 3 pp. 363-365.
- MALEY (J.), 2001. – Si la forêt m'était contée. Canopée n° 19 : 6-9
- MEDJIBE V. 2000 : Etude de la dissémination des graines de *Entandrophragma spp.* en milieu naturel. Mémoire de maîtrise de l'université de Bangui, RCA 81 p. + annexes
- PENDJE G. 1994 - Stratégie de régénération de 9 essences commerciales de forêt tropicale humide (Mayombe, Zaïre). Thèse de l'université de Paris VI 443 p.
- ROLLET B. 1974 - L'architecture des forêts denses humides de plaine. CTFT 298 p.
- ROSS R. 1954 – Ecological studies on the rain forest of southern Nigeria. Secondary succession in the Shasha forest reserve. *Journal of ecology* 42 : 259-282
- SWAINE D.M. 1996 – Rainfall and soil fertility as factor limiting forest species distribution in Ghana. *Journal of ecology* 84 : 419-428
- TAYLOR C.J. 1960 – Synecology and silviculture in Ghana. Edimburgh and London, Englands. Nelson and sons eds. 418 p.
- WHITE L. 1996 - Guide de la végétation de la réserve de la Lopé – Gabon. ECOFAC 224p.

ANNEXES

Annexe 1 : Liste de base des essences forestières inventoriées

Annexe 2 : Accroissements diamétriques connus

Annexe 3 : DME par essence en RCA

Annexe 4 : Nombre d'arbres relevé par essence sur le dispositif d'étude du PARPAF et pourcentage d'arbres fructificatifs trouvés pour quelques unes de ces essences

Annexe 1

Liste des essences forestières à inventorier

Liste des essences à inventorier

Espèce	Nom scientifique	Espèce	Nom scientifique
Abura	<i>Mitragyna stipulosa</i>	Kapokier	<i>Bombax buonopozense</i>
Acajou blanc	<i>Khaya anthotheca</i>	Kékélé	<i>Holoptelea brandis</i>
Acajou à grandes folioles	<i>Khaya grandifolia</i>	Kodabema	<i>Aubrevillea kerstingii</i>
Afromosia/Assamela	<i>Pericopsis elata</i>	Kossipo	<i>Entandrophragma candollei</i>
Aiélé	<i>Canarium schweinfurthii</i>	Kotibé parallèle	<i>Nesogordonia papaverifera</i>
Ako A	<i>Antiaris africana</i>	Kotibé	<i>Nesogordonia kabigaensis</i>
Angeuk	<i>Ongokea gore</i>	Koto	<i>Pterygota macrocarpa</i>
Aniégré	<i>Aningeria altissima</i>	Lati	<i>Amphimas pterocarpoides</i>
Avodiré	<i>Turreanthus africanus</i>	Limbali	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>
Ayous	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	Longhi blanc	<i>Gambeya gigantea</i>
Azobé	<i>Lophira alata</i>	Longhi rouge	<i>Gambeya africana</i>
Bahia /	<i>Mitragyna ciliata</i>	Mambodé	<i>Detarium macrocarpum</i>
Bakoko	<i>Hannoa klaineana</i>	Manilkara/ Monghinza	<i>Manilkara letouzei</i>
Bété	<i>Mansonia altissima</i>	Mubala	<i>Pentaclethra macrophylla</i>
Bilinga	<i>Nauclea diderrichii</i>	Mukulungu	<i>Autranella congolensis</i>
Bodioa	<i>Anopyxis klaineana</i>	Mutondo	<i>Funtumia elastica</i>
Bossé clair	<i>Guarea cedrata</i>	Ngoula	<i>Pachyelasma tessmannii</i>
Bossé foncé	<i>Guarea laurentii</i>	Niové	<i>Staudtia kamerunensis</i>
Bubinga	<i>Guibourtia demeussii</i>	Oboto	<i>Mammea africana</i>
Dabéma	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	Ohia	<i>Celtis mildbraedii</i>
Diana	<i>Celtis tessmannii</i>	Ohia parallèle	<i>Celtis zenkeri</i>
Dibétou	<i>Lovoa trichilioides</i>	Olon/Bongo	<i>Fagara heitzii/lemairei</i>
Difou	<i>Morus mesozygia</i>	Onzabili	<i>Antrocaryon klaineum</i>
Doussié rouge	<i>Azelia bipindensis</i>	Ossol	<i>Symphonia globulifera</i>
Doussié pachyloba	<i>Azelia bella</i>	Padouk blanc	<i>Pterocarpus mildbraedii</i>
Ebène	<i>Diospyros crassifolia</i>	Padouk rouge	<i>Pterocarpus soyauxii</i>
Ebiara edea	<i>Berlinia grandiflora</i>	Pao rosa	<i>Swartzia fistuloides</i>
Ekoune	<i>Coelocaryon preussii</i>	Parasolier	<i>Musanga cecropioides</i>
Emien	<i>Alstonia boonei</i>	Sapelli	<i>Entandrophragma cylindricum</i>
Essessang	<i>Riciodendron heudelottii</i>	Sipo	<i>Entandrophragma utile</i>
Essia	<i>Petersianthus macrocarpus</i>	Sougué à grandes feuilles	<i>Parinari excelsa</i>
Etimoé	<i>Copaifera mildbraedii</i>	Tali	<i>Erythrophleum ivorense</i>
Eveuss	<i>Klainedoxa gabonensis</i>	Tali Yaoundé	<i>Erythrophleum suaveolens</i>
Eyong	<i>Erioloma oblongum</i>	Tchitola	<i>Oxystigma oxyphyllum</i>
Eyoum	<i>Dialium guineense</i>	Tiama	<i>Entandrophragma angolense</i>
Fraké	<i>Terminalia superba</i>	Tola	<i>Gossweilerodendron balsamiferum</i>
Fromager	<i>Ceiba pentandra/</i>	Wamba/Nkagha	<i>Tessmania africana</i>
Iatandza	<i>Albizia ferruginea</i>	Wamba foncé	<i>Tessmania lescrauwaetii</i>
Ilomba	<i>Pycnanthus angolensis</i>	Zingana	<i>Microberlinia brazzavillensis</i>
Iroko	<i>Milicia excelsa</i>		

Annexe 2

Accroissements diamétriques connus

Récapitulatif des accroissements diamétriques moyens de toutes les études disponibles en forêt dense Africaine, en mm/an

Pays	Ghana	Côte d'Ivoire		Congo				Côte d'Ivoire et Cameroun	Cameroun		République Centrafricaine				
Site et arbres considérés	Tous Ø	Forêt semi-décidue de Mopri (témoin) Ø 10-70 cm	Forêt sempervirente d'Irobo (témoin) Ø 10-70 cm	●yem	Mekambo	Sibiti	Divenie		Sud-Est Forêt semi-décidue (A.P.I. Dimako)	Forêt semi-caducifoliée de Deng deng	Forêt semi-décidue PEA 169, ECOFAC	Forêt semi-décidue FAC 192	Forêt semi-décidue Sangha Mbaéré	Forêt semi-décidue Mbaïki (témoin) Ø 10-70 cm	Forêt semi-décidue CFSN-UFPI PARPAF
Mode d'analyse	Circonf.	Circonf.	Circonf.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	Circonf.	A.C.	A.C.	A.C.	Circonf.	A.C.
Esence															
Acajou		4,2												3,4	
Aniégré blanc		3,3												3,2	6,6
Ayous	8 à 10	9,4							13,8			9,2	11,1	4,8	
Bété										7,5*					5,1***
Bossé Clair	2 à 3	2,9													
Dabéma	8 à 10	4,9													
Dibétou			4,9									7,6*			
Doussié pachyloba															6,0
Fraké / Limba				14 arbres de 55 ans en moyenne	16 arbres de 49 ans en moyenne	9,4 et 8,6 arbres de 80 ans en moyenne			11,2			9,8			
Iroko	4 à 5											5,1*			5,5****
Kossipo	4 à 5							5,8*				5,1*	4,6*		
Kotibé	2 à 3	3,6												3,2	
Longhi														3,6	
Sapelli	4 à 5	2,8						3,4	6,4		5,2****	4,8	3,9/ 4,7**	3,3	4,8****
Sipo	4 à 5							3,7*				5,8	6,5*		
Tali			6,5										7,0*	4,5	
Tiama	4 à 5							5,8*				4,6*	4,9*	2,5	

A.C. = Analyse de cernes * = Effectifs faibles

** = Accroissement des arbres de 30 à 120 cm de diamètre

*** = Accroissement des arbres de 30 à 50 cm de diamètre **** = Accroissement des arbres de 60 à 80 cm de diamètre

En italique : (pour le projet API Dimako) les valeurs sont probablement surestimées

On remarque que les accroissements issus des mesures annuelles de circonférence sont quasi systématiquement inférieurs aux accroissements calculés par analyse de cerne. On peut donc supposer que l'Aniégré et le Kotibé ont des accroissements diamétriques, pour des arbres bénéficiant de bonnes conditions tout au long de leur vie, proches de 5 mm par an.

Annexe 3

DME « administratifs » en RCA



DME « administratifs » en RCA

Nom commercial	Nom scientifique	DME (cm)	Hauteur de référence (m)
Doussié	<i>Afzelia sp</i>	80	1,5
Iatandza	<i>Albizia ferruginea</i>	90	
Aniégré	<i>Aningeria altissima</i>	70	
Ako	<i>Antiaris africana</i>	70 (?)	3,5
Mukulungu	<i>Autranella congolensis</i>	80	1,5
Moabi	<i>Baillonella toxisperma</i>	80	3,5
Aiélé	<i>Canarium schweinfurthii</i>	60	1,5
Alep	<i>Desbordesia glaucescens</i>	50	3,5
Ebène	<i>Diospyros spp.</i>	40	1,5
Sapelli, Sipo, Kossipo, Tiama	<i>Entandrophragma spp.</i>	80	1,5
Eyong	<i>Eribloma oblongum</i>	60	1,5
Tali	<i>Erythrophleum ivorense</i>	80	3,5
Olon	<i>Fagara sp.</i>	50	1,5
Longhi	<i>Gambeya spp.</i>	50	4,5
Limbali	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	90	
Tola	<i>Gosweilodendron balsamiferum</i>	90	
Bossé clair	<i>Guarea cedrata</i>	70	1,5
Bossé foncé	<i>Guarea thompsonii</i>	70	3,5
Bubinga	<i>Guibourtia demeusii</i>	60	
Acajou	<i>Khaya spp.</i>	80	3,5
Azobé	<i>Lophira alata</i>	70	1,5
Dibétou	<i>Lovoa trichilioides</i>	80	3,5
Oboto	<i>Mammea africana</i>	60	1,5
Bété	<i>Mansonia altissima</i>	40	3,5
Wengue	<i>Millettia laurentii</i>	70	
Iroko	<i>Milicia excelsa</i>	70	1,5
Bahia	<i>Mitragyna ciliata</i>	50	4,5
Abura	<i>Mitragyna stipulosa</i>	80	
Difou	<i>Morus mesozygia</i>	50	1,5
Bilinga	<i>Nauclea diderrichii</i>	60	1,5
Kotibé	<i>Nesogordonia spp.</i>	70	
Tchitola	<i>Oxystigma oxyphyllum</i>	80	1,5
Afrormosia / Assamela	<i>Pericopsis elata</i>	80	3,5
Dabéma	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	80	5,5
Padouk blanc	<i>Pterocarpus mildbraedii</i>	60	3,5
Padouk rouge	<i>Pterocarpus soyauxii</i>	60	4,5
Ilomba	<i>Pycnanthus angolensis</i>	80	3,5
Niové	<i>Staudtia stipitata</i>	50	1,5
Pao rosa	<i>Swartzia fistuloides</i>	70	
Fraké / Limba	<i>Terminalia superba</i>	60	3,5
Ayous	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	50	6,5